



TUGAS AKHIR - RE 184804

**KAJIAN SISTEM PLAMBING, INSTALASI
PENGOLAHAN AIR LIMBAH DAN PENGELOLAAN
SAMPAH DI RUMAH SUSUN SEWA GUNUNG ANYAR
KOTA SURABAYA**

RIZKI PRIMA ADITYA
03211540000006

Dosen Pembimbing
Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc. Ph.D
NIP. 19500114 197903 1 001

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



TUGAS AKHIR - RE 184804

**KAJIAN SISTEM PLAMBING, INSTALASI
PENGOLAHAN AIR LIMBAH DAN PENGELOLAAN
SAMPAH DI RUMAH SUSUN SEWA GUNUNG
ANYAR KOTA SURABAYA**

RIZKI PRIMA ADITYA
0321154000006

Dosen Pembimbing
Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc. Ph.D
NIP. 19500114 197903 1 001

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



FINAL PROJECT- RE 184804

STUDY OF PLUMBING SYSTEM, WASTEWATER TREATMENT PLANT AND SOLID WASTE MANAGEMENT IN RENTAL FLATS OF GUNUNG ANYAR, SURABAYA CITY

RIZKI PRIMA ADITYA
03211540000006

Supervisor

Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc. Ph.D
NIP. 19500114 197903 1 001

DEPARTEMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil Environmental And Earth Engineering
Institute of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN SISTEM PLAMRING, INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DAN PENGELOLAAN SAMPAH DI RUMAH SUSUN SEWA GUNUNG ANYAR KOTA SURABAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

RIZKI PRIMA ADITYA

Nrp. 03211540000006

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :



Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc. Ph.D

NIP. 19500114 197903 1 001



KAJIAN SISTEM PLAMBING, INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DAN PENGELOLAAN SAMPAH DI RUMAH SUSUN SEWA GUNUNG ANYAR KOTA SURABAYA

Nama Mahasiswa : Rizki Prima Aditya
NRP : 03211540000006
Departemen : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc. Ph.D

ABSTRAK

Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya selesai dibangun pada tahun 2015. Berdasarkan hasil survei lapangan dan wawancara dengan pengurus, Rumah Susun Sewa Gunung Anyar telah banyak mengalami permasalahan pada sistem penyediaan air minum, penyaluran air limbah, instalasi pengolahan air limbah, dan pengelolaan sampah. Berdasarkan Undang-Undang RI No. 20 Tahun 2011, sebuah rumah susun harus memiliki kelengkapan prasarana yang memenuhi standar tertentu untuk kebutuhan tempat tinggal yang layak, sehat, aman, dan nyaman meliputi jaringan jalan, sanitasi, air bersih, dan tempat sampah.

Metode penelitian yang dilakukan pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar menggunakan metode survey dan evaluasi. Pada aspek teknis mengkaji mengenai kebutuhan air, jam puncak pemakaian air, kapasitas tangki dasar dan kapasitas tangki atap, jenis pipa terpasang, kondisi instalasi pengolahan air limbah, kondisi pengelolaan sampah, jumlah unit plambing. Pada aspek partisipasi masyarakat dibahas mengenai faktor kesediaan penghuni untuk melakukan pemilahan sampah, data kepuasan penduduk terhadap sarana dan prasarana. Data tersebut digunakan sebagai dasar kajian lalu dibandingkan dengan kondisi eksisting pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar. Acuan untuk kajian tersebut menggunakan standar yang berlaku yakni SNI dan standar-standar lainnya.

Hasil kajian sistem penyediaan air bersih tangki atap tidak memenuhi kebutuhan puncak sehingga perlu ditambahkan 1 pompa dengan spesifikasi yang sama dengan pompa eksisting dan perlu dilakukan pembersihan alat saniter yang sesuai dengan

SNI 03-6481-2000. Hasil kajian penyaluran air limbah pipa *black water* sudah sesuai dengan perhitungan, sedangkan pipa *grey water* diameter perhitungan dan eksisting tidak sesuai, pada eksisting pipa berukuran 4 inch sedangkan sesuai perhitungan hanya membutuhkan 2,5 inch sehingga tidak sesuai dengan SNI 03-7065-2005. Hasil kajian instalasi pengolahan air limbah perlu perencanaan ulang dengan menggunakan unit *anaerobic baffle reactor* dan *aerobic biofilter* dengan efisiensi penyisihan total BOD, COD, TSS berturut-turut adalah 94,45%, 96,07%, dan 98,95%. Air hasil olahan kemudian ditampung pada unit bak penampung, kemudian di pompa menuju drainase. Hasil kajian pengelolaan sampah didapatkan waktu pengangkutan tiap 3 hari sekali dan didapatkan data sampah yang dapat di reduksi sebesar 85,56%, serta antusias penghuni untuk melakukan 3R sebesar 79% penghuni yang setuju apabila pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar diadakan sistem 3R.

Kata Kunci : instalasi pengolahan air limbah, kajian, penyaluran air limbah, penyediaan air bersih, pengelolaan sampah, Rumah Susun Sewa

STUDY OF PLUMBING SYSTEM, WASTEWATER TREATMENT PLANT AND SOLID WASTE MANAGEMENT IN RENTAL FLATS OF GUNUNG ANYAR, SURABAYA CITY

Name : Rizki Prima Aditya
Student ID : 03211540000006
Departement : Environmental Engineering
Supervisor : Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc. Ph.D

ABSTRACT

The Gunung Anyar Rental Flats in Surabaya City was completed in 2015. Based on the results of field surveys and interviews with the management, the Gunung Anyar Rental Flats have experienced many problems in the water supply system, wastewater distribution, wastewater treatment plants, and solid waste management. Based on Republic of Indonesia's Law No. 20 of 2011, a flat must have complete infrastructure that meets certain standards for the needs of a decent, healthy, safe and comfortable shelter that includes road networks, sanitation, clean water, and garbage cans.

The method of research conducted at Gunung Anyar Rental Flats uses survey and evaluation methods. On the technical aspects, it examines water requirements, peak hours of water usage, base tank capacity and roof tank capacity, the type of pipes installed, condition of wastewater treatment plants, condition of solid waste management, and the number of plumbing units. On the aspect of community participation, this study discussed the factor of the residents' willingness to do waste sorting, population satisfaction data on facilities and infrastructure, and the percentage of residents that throws garbage into the toilet. The data is used as the basis of the study which is then compared with the existing conditions in the Gunung Anyar Rental Flats. The reference for this study is to use currently applied standards, namely SNI and other standards.

The results of the assessment of the tangki atap clean water supply system does not fulfill peak needs and require addition of one pump with the same specifications as the existing pump and needs to be installed according to SNI 03-6481-2000.

The results of the study of the black water pipeline wastewater distribution are in accordance with the calculations, while the calculation and existing gray water diameter pipes are not suitable. The existing pipe is up to 4 inches while according to calculations it only requires 2.5 inches, thus it is not in accordance with SNI 03-7065-2005. The results of the study of wastewater treatment need to be redesigned using an anaerobic baffle reactor unit followed by an aerobic biofilter unit with a total removal efficiency of BOD, COD, TSS of 94.45%, 96.07% and 98.95% respectively. The processed water is then accommodated in a reservoir unit, then pump the water into the drainage. The results of the study of solid waste management showed that waste transportation was carried out every three days and that solid waste data could be reduced by 85.56%. Enthusiasm of the residents to conduct 3Rs was quite big, as 79% of residents agreed if 3R systems were held in the Gunung Anyar Rental Flats.

Keywords: clean water supply, rental flats, solid waste management, wastewater distribution study, wastewater treatment plant

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya Tugas Akhir dengan judul **“Kajian Sistem Plambing, Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Pengelolaan Sampah Di Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya”** dapat saya selesaikan. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Atas bimbingan dan pengarahan yang telah diberikan hingga terselesaikan laporan tugas akhir ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Wahyono Hadi, M.Sc., Ph.d. selaku dosen pembimbing mata kuliah Tugas Akhir yang telah banyak membantu dan membimbing selama proses pengerjaan Tugas Akhir,
2. Bapak Ir. Bowo Djoko Marsono, M.eng., Ibu Ir. Atiek Moesriati, M.kes., dan Bapak Alfian Purnomo ST., MT. selaku dosen pengarah yang telah memberikan saran dan masukan pada Tugas Akhir ini,
3. Ibu dan Bapak Dosen Departemen Teknik Lingkungan ITS
4. Bapak petugas UPT Pengelola Rumah Susun Sewa Gunung Anyar, serta penghuni Rumah Susun Sewa Gunung Anyar yang telah membantu dan memfasilitasi ketika melakukan pengambilan data,
5. Keluarga saya yang selalu memberikan dukungan dan doa untuk kelancaran tugas akhir saya,
6. Angkatan 2015 (Envinity) yang saling mendukung dalam proses pengerjaan.

Dalam penulisan tugas akhir ini telah diusahakan semaksimal dan sebaik mungkin, namun tentunya masih terdapat keterbatasan dan kekurangan, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna memperbaiki di kemudian hari.

Surabaya, Januari 2019

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Ruang Lingkup	3
1.5. Manfaat	4
BAB II GAMBARAN UMUM.....	5
2.1. Gambaran Umum Gedung Perencanaan	5
2.1.1. Kondisi Wilayah	5
2.1.2. Kondisi Fisik Gedung	6
2.2. Kondisi Penyediaan Air Bersih	9
2.2.1. Tangki Dasar	9
2.2.2. Tangki atap	10
2.2.3. Pipa	10
2.2.4. Meter Air	11
2.2.5. Retribusi Air Bersih	12
2.3. Kondisi Penyaluran Air limbah	12
2.3.1. Pipa Air limbah.....	12
2.3.2. Instalasi Pengolahan Air Limbah	14

2.4.	Kondisi Pengelolaan Sampah	14
BAB III TINJAUAN PUSTAKA		17
3.1.	Penentuan Jumlah Sampel	17
3.2.	Sistem Plambing Air Bersih.....	17
3.2.1.	Sistem Penyediaan Air Bersih	17
3.2.2.	Penentuan Kebutuhan Air Bersih	18
3.2.3.	Penentuan Dimensi Pipa Air Bersih.....	20
3.2.4.	Penentuan Kapasitas Tangki dasar	23
3.2.5.	Penentuan Kapasitas Tangki atap	24
3.3.	Sistem Plambing Air Limbah	25
3.3.1.	Penentuan Dimensi Pipa Air Limbah	25
3.3.2.	Kemiringan Pipa dan Kecepatan Aliran	29
3.3.3.	Sistem Ven dan Penentuan Ukuran Pipa.....	30
3.4	Pompa.....	32
3.5.	Sistem Pengolahan Air Limbah	33
3.5.1.	Debit Air Limbah Domestik.....	33
3.5.2.	Karakteristik Air Limbah Domestik.....	34
3.5.3.	Anaerobic Baffled Reaktor	35
3.5.4.	<i>Aerobic biofilter</i> (AB)	37
3.6.	Sistem Pengelolaan Sampah.....	40
3.6.1.	Pewadahan Sampah.....	40
3.6.2.	Pengumpulan Sampah.....	41
BAB IV METODE PENELITIAN		43
4.1.	Kerangka Penelitian.....	43
4.2.	Uraian Tahapan Kegiatan	44
4.2.1.	Ide Studi	44

4.2.2.	Identifikasi Masalah	44
4.2.3.	Studi Literatur	44
4.2.4.	Pengumpulan data.....	44
4.2.5.	Kajian Pada Rumah Susun	46
4.2.6.	Kesimpulan dan saran	48
BAB V PEMBAHASAN DAN HASIL		49
5.1.	Survei Kepuasan dan Penggunaan Air.....	49
5.1.1.	Hasil Survei Kepuasan Penghuni	49
5.1.2.	Pola Penggunaan Air	55
5.2.	Kajian Sistem Penyediaan Air Bersih	56
5.2.1.	Kualitas Air Bersih	57
5.2.2.	Kebutuhan Air Bersih	59
5.2.3.	Tangki Dasar	61
5.2.4.	Kebutuhan Air Untuk Fire Hydrant.....	64
5.2.5.	Kapasitas Tangki atap	66
5.2.6.	Dimensi Perpipaan Air Bersih.....	67
5.2.7.	Pompa Air Bersih	72
5.3.	Kajian Sistem Penyaluran Air limbah.....	74
5.3.1.	Dimensi Perpipaan Air limbah	74
5.3.2.	Dimensi Pipa Ven	77
5.4.	Kajian Pengelolaan Sampah.....	80
5.4.1.	Kondisi Eksisting Pengelolaan Sampah.....	80
5.4.2.	Analisis Timbulan Sampah.....	82
5.4.3.	Analisis Komposisi Sampah	83
5.4.4.	Pewadahan dan Pengangkutan Sampah.....	84
5.4.5.	Pengadaan Sistem 3R (reduce, reuse, recycle)	85

5.5.	Kajian Instalasi Pengolahan Air Limbah	88
5.5.1.	Kondisi Umum	88
5.5.2.	Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah ..	90
5.5.3.	Rancangan ABR	92
5.5.4.	Rancangan <i>Aerobic biofilter</i>	104
5.5.5.	Rancangan Bak Penampung Air Hasil Olahan..	110
5.5.6.	Rancangan SPAL	113
5.5.7.	Penanaman SPAL	117
5.5.8.	Penyusunan Prosedur Pengoperasian dan Pemeliharaan IPAL	119
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		121
6.1.	Kesimpulan	121
6.2	Saran	122
DAFTAR PUSTAKA.....		125

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Pemakaian Air Rata-Rata per Orang per Hari	18
Tabel 3.2 Pemakaian Air Tiap Alat Plumbing, Laju Aliran Airnya, dan Ukuran Pipa Cabang Pipa Air	21
Tabel 3.3. Tabel Ekuivalen.....	22
Tabel 3.4. Faktor Pemakaian (%) dan Jumlah Alat Plumbing....	22
Tabel 3.5 Diameter Minimum, Perangkap dan Pipa Buangan Alat Plumbing	26
Tabel 3.6 Unit Alat Plumbing Sebagai Beban, Setiap Alat Atau Kelompok.....	27
Tabel 3.7 Beban Maksimum UAP Untuk Cabang Horizontal Dan Pipa Tegak Buangan.....	28
Tabel 3.9 Kemiringan untuk Pipa Buangan Arah Mendatar	30
Tabel 3.10 Ukuran Dan Panjang Pipa Ven	31
Tabel 3.11 Ukuran Pipa Cabang Horizontal Ven dengan Lup ...	31
Tabel 3.12 Persentase Debit <i>Grey water</i> dan <i>Black water</i>	34
Tabel 3.13 Kriteria Desain Anaerobic Baffled Reaktor	37
Tabel 3.14 Pembobotan Nilai Media Biofilter	39
Tabel 5.1 Pola Pemakaian Air Tiap Jam	55
Tabel 5.2 Hasil Uji Laboratorium Kualitas Air bersih	57
Tabel 5.3 Biaya Tagihan Air Tahun 2017.....	59
Tabel 5.4 Sistem Fire Hydrant Dalam Gedung Eksisting.....	64
Tabel 5.5 Sistem Fire Hydrant Luar Gedung Eksisting.....	65
Tabel 5.6 Perpipaan Air Bersih Eksisting	68
Tabel 5.7 Perhitungan Pipa Air Bersih.....	71
Tabel 5.8 Perpipaan Air limbah Eksisting	74
Tabel 5.9 Perhitungan Pipa Air limbah <i>Greywater</i>	76
Tabel 5.10 Perhitungan Pipa Air limbah <i>Blackwater</i>	76

Tabel 5.11 Pipa Ven Eksisting.....	77
Tabel 5.12 Perhitungan Pipa Ven.....	79
Tabel 5.13 Hasil Sampling Timbulan Sampah	83
Tabel 5.14 Hasil Sampling Komposisi Sampah	84
Tabel 5.15 Kelembagaan Pengelolaan Sampah.....	86
Tabel 5.16 Karakteristik Influen Air Limbah	91
Tabel 5.17 Efluen Air Limbah Unit ABR.....	104
Tabel 5.18 Efluen Air Limbah Unit AB	110
Tabel 5.19 Perhitungan Dimensi Pipa Air Limbah.....	116
Tabel 5.20 Perhitungan Penanaman Pipa Air Limbah.....	118

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Letak Rumah Susun Sewa Gunung Anyar	5
Gambar 2.2 Lokasi Rumah Susun Sewa Gunung Anyar	6
Gambar 2.3 Denah Unit Rumah Gedung A dan B	7
Gambar 2.4 Denah Unit Rumah Gedung C	8
Gambar 2.5 Fasilitas Kamar Mandi Gedung A dan B	8
Gambar 2.6 Fasilitas Dapur Gedung A dan B	9
Gambar 2.7 Tangki Dasar dan Ruang Pompa	9
Gambar 2.8 Tangki atap	10
Gambar 2.9 Pipa Air Bersih	10
Gambar 2.11 Meter Air Pelanggan Gedung A dan B	11
Gambar 2.12 Meter Air Pelanggan Gedung C	12
Gambar 2.13 Pipa Air limbah <i>Black water</i> dan <i>Grey water</i> Gedung A dan B	13
Gambar 2.14 Pipa Buangan Air Hujan Gedung A dan B	13
Gambar 2.15 Pipa Buangan Air Gedung C	13
Gambar 2.16 Instalasi Pengolahan Air Limbah Eksisting	14
Gambar 2.17 Gerobak Sampah Eksisting	15
Gambar 2.18 Shaft Sampah Eksisting	15
Gambar 2.19 Tempat Pembuangan Sampah di Belakang Rumah Susun	15
Gambar 3.1 Unit Anaerobic Baffle Reaktor	35
Gambar 3.2 Sistem Aerasi	38
Gambar 5.1 Hasil Kepuasan Penghuni Terhadap Sarana Prasarana Rumah Susun Sewa Gunung Anyar	50
Gambar 5.2 Waktu Penggunaan Air Terbanyak	50
Gambar 5.3 Laju Debit Air Bersih	51
Gambar 5.4 Kondisi Flushing Tangki Gelontor	51

Gambar 5.6 Ukuran Tempat Sampah Penghuni	52
Gambar 5.7 Waktu Pembuangan Sampah	53
Gambar 5.8 Jumlah Penghuni Memilah Sampah.....	53
Gambar 5.9 Kesiadaan Penghuni untuk Pengadaan Peraturan Pemilahan Sampah.....	54
Gambar 5.10 Penghuni Yang Minum Menggunakan Air Tandon	54
Gambar 5.11 Pola Pemakaian Air Tiap Jam	55
Gambar 5.12 Tangki Dasar Eksisting	62
Gambar 5.13 Tangki Dasar dengan Katup Pelampung	63
Gambar 5.14 Tangki Dasar Bocor	64
Gambar 5.15 Box Hydrant Dalam Gedung	64
Gambar 5.16 Box Hydrant dan Pillar Hydrant Luar Gedung	65
Gambar 5.17 Tangki atap Eksisting.....	66
Gambar 5.18 Letak Tangki dasar dan Tangki atap	69
Gambar 5.19 Alat Plambing dan Jalur Pipa Air Bersih	69
Gambar 5.20 Isometri Pipa Air Bersih	70
Gambar 5.21 Pompa Air Bersih Eksisting.....	72
Gambar 5.22 Sketsa Pemompaan Air Bersih	73
Gambar 5.23 Alat Plambing dan Jalur Pipa Air limbah.....	75
Gambar 5.24 Pipa Ven Tegak.....	78
Gambar 5.25 Kondisi Eksisting Pengelolaan Sampah	80
Gambar 5.26 Lobang Sampah Menuju Gerobak Sampah.....	81
Gambar 5.27 Shaft Sampah.....	81
Gambar 5.28 Rencana Penambahan Panjang Lobang Sampah	82
Gambar 5.29 Shaft Pipa Air limbah	89
Gambar 5.30 Grease Trap Portable	89
Gambar 5.31 Layout Instalasi Pengolahan Air Limbah Eksisting	90
Gambar 5.32 Ilustrasi Muka Air Saat Sedang Banjir	90

Gambar 5.33 Skema Pengolahan Air Limbah.....	92
Gambar 5.34 Grafik Removal COD Pada Bak Pengendap	93
Gambar 5.35 Grafik Rasio Efisiensi Removal BOD Terhadap COD	94
Gambar 5.36 Grafik Penyisihan TSS Terhadap Waktu Detensi	95
Gambar 5.37 Grafik Removal Lumpur	96
Gambar 5.38 Grafik Faktor Overload Pada ABR	99
Gambar 5.39 Grafik Faktor Strength Pada ABR	99
Gambar 5.40 Grafik Faktor Temperature Pada ABR.....	100
Gambar 5.41 Grafik Faktor HRT Pada ABR	100
Gambar 5.42 Grafik Faktor Jumlah Kompartemen Pada ABR.	101
Gambar 5.43 Grafik Efisiensi Removal BOD Terhadap COD ..	101
Gambar 5.44 Spesifikasi Pompa Bak Penampung.....	112
Gambar 5.45 Pompa Unit Bak Penampung	113
Gambar 5.46 Grafik Hydraulic Elements For Circular Sewer ..	114

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Rumah Susun Sewa Gunung Anyar terletak di jalan Wonorejo Rusunawa, termasuk dalam wilayah kelurahan Wonorejo, kecamatan Gunung Anyar, Kota Surabaya selesai dibangun pada tahun 2015. Pada September 2016, Rumah Susun Sewa Gunung Anyar mulai dihuni. Berdasarkan hasil survei lapangan dan wawancara dengan pengurus Rumah Susun Sewa Gunung Anyar, setelah beroperasi selama kurang lebih 2 tahun, Rumah Susun Sewa Gunung Anyar telah banyak mengalami permasalahan pada sistem penyediaan air minum, penyaluran air limbah, instalasi pengolahan air limbah, dan pengelolaan sampah.

Rumah Susun Sewa Gunung Anyar mendapatkan suplai air bersih dari PDAM Kota Surabaya. Air bersih tersebut ditampung pada tangki dasar yang kemudian dipompakan ke tangki atap. Penyaluran pada setiap unit rumah susun dilakukan secara gravitasi melalui pipa tegak. Pada sistem penyediaan air bersih tersebut terdapat permasalahan pada saat penggunaan air serentak (jam puncak). Debit jam puncak merupakan debit dimana air digunakan secara serentak pada waktu yang bersamaan. Saat jam puncak, debit air yang disalurkan kepada penghuni menjadi kecil, sehingga penghuni tidak dapat menerima fasilitas air bersih secara maksimal. Maka dari itu diperlukan kajian pada sistem penyediaan air bersih dengan mengkaji kebutuhan air bersih, tangki dasar, tangki atap, dan dimensi perpipaan serta pompa.

Air limbah pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar terbagi menjadi dua, yakni *black water* dan *grey water*. *Black water* berasal dari air limbah kloset. *Grey water* berasal dari air cucian dapur dan juga floor drain di kamar mandi yang kemudian diteruskan ke pipa air limbah. Berdasarkan hasil survei lapangan ditemukan pada beberapa kamar penghuni, pipa air limbah terjadi penyumbatan yang menyebabkan air meluap melalui kloset. Hal tersebut dapat terjadi karena perencanaan sistem perpipaan pada penyaluran air limbah yang tidak sesuai, atau dapat disebabkan oleh penghuni yang membuang sampah ke dalam pipa penyaluran air limbah sehingga mengakibatkan sistem penyaluran air limbah tersumbat

dan terjadi luapan. Maka dari itu perlu dilakukan kajian pada sistem penyaluran air limbah.

Instalasi pengolahan air limbah pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar menggunakan *Anaerobic Baffled Reactor* fiber. Reaktor tersebut memiliki sebuah permasalahan, pada saat hujan dan air pasang reaktor tersebut tergenang dan mengalami kebocoran. Hal tersebut dikarenakan oleh elevasi pipa outlet yang berada di bawah elevasi muka air saat sedang banjir. Hal tersebut jelas menjadi permasalahan karena air limbah dapat bercampur dengan air bersih saat reaktor tergenang dan mengakibatkan *overloading*. Maka dari itu perlu dilakukan kajian instalasi pengolahan air limbah.

Sampah yang ada di Rumah Susun Sewa Gunung Anyar saat ini belum memiliki sistem pengelolaannya sendiri. Sampah yang ditimbulkan oleh penghuni Rumah Susun Sewa Gunung Anyar juga belum dilakukan pemilahan sehingga pada *shaft*, sampah berserakan dan tercampur, serta belum adanya layanan pengangkutan sampah oleh *dump truck* Kota Surabaya. Hal tersebut mengakibatkan pihak pengelola Rumah Susun Sewa Gunung Anyar membuang sampah yang ditimbulkan oleh penghuni dibuang dibelakang gedung. Hal tersebut tentu saja meresahkan karena sampah yang tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan bau dan sumber penyakit untuk lingkungan sekitar. Maka dari itu perlu dilakukan kajian pengelolaan sampah.

Berdasarkan Undang-Undang RI No. 20 Tahun 2011, sebuah Rumah Susun harus memiliki kelengkapan prasarana yang memenuhi standar tertentu untuk kebutuhan tempat tinggal yang layak, sehat, aman, dan nyaman meliputi jaringan jalan, sanitasi, air bersih, dan tempat sampah. Hal ini yang mendasari diperlukannya kajian dari sistem penyediaan air bersih, penyaluran air limbah, pengolahan air limbah, dan pengelolaan sampah pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar. Tujuan dari kajian yang dilakukan adalah mengidentifikasi masalah sistem plambing berupa penyediaan air bersih dan penyaluran air limbah, masalah pada instalasi pengolahan air limbah dan masalah pada pengelolaan sampah sehingga diketahui sumber masalah dan memberikan solusi pada permasalahan yang terjadi pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya. Sesuai dengan hal

tersebut maka perlu dilakukan kajian terhadap dua aspek yang meliputi aspek teknis dan aspek partisipasi masyarakat.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang menjadi dasar untuk perencanaan ulang sistem plambing dan pengolahan air limbah Rumah Susun Sewa Gunung Anyar:

1. Bagaimana mengatasi permasalahan sistem penyediaan air bersih pada jam puncak di Rumah Susun Sewa Gunung Anyar tidak tercukupi?
2. Bagaimana mengatasi permasalahan pada sistem penyaluran air limbah pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar?
3. Bagaimana cara agar Instalasi Pengolahan Air Limbah tidak tergenang ketika hujan dan air pasang?
4. Bagaimana solusi untuk pengelolaan sampah Rumah Susun Sewa Gunung Anyar agar penghuni memilah sampah dan sampah tidak dibuang di belakang gedung?

1.3. Tujuan

Tujuan dari perencanaan ulang sistem plambing dan pengolahan air limbah Rumah Susun Sewa Gunung Anyar adalah:

1. Mengkaji masalah sistem plambing penyediaan air bersih pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar.
2. Mengkaji masalah sistem penyaluran air limbah pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar.
3. Mengkaji cara agar tidak tergenangnya instalasi pengolahan air limbah.
4. Mengkaji sistem pengelolaan sampah Rumah Susun Sewa Gunung Anyar mengenai ketersediaan penghuni melakukan pemilahan kompos non-kompos dan pengangkutan sampah.

1.4. Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Wilayah studi yang akan dilakukan yaitu Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya
2. Aspek yang akan ditinjau meliputi aspek teknis dan aspek partisipasi masyarakat.

3. Aspek teknis meliputi kajian berupa sistem perpipaan air bersih, perpipaan air limbah, bangunan pelengkap seperti tangki dasar dan tangki atap . Kajian pada pengelolaan sampah berupa perhitungan kebutuhan pewadahan dan pengangkutan, pemilahan sampah kompos dan non-kompos. Serta kajian instalasi pengolahan air limbah.
4. Aspek partisipasi masyarakat dalam bentuk kuesioner mengenai kepuasan penghuni terhadap sarana prasarana, kebutuhan air penghuni per hari, perilaku masyarakat dalam membuang sampah dan ketersediaan penghuni untuk melakukan pemilahan sampah yang ditujukan kepada penghuni Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya

1.5. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mengatasi permasalahan debit untuk jam puncak dari sistem penyediaan air bersih dan permasalahan sistem penyediaan air bersih yang masih bermasalah
2. Mengatasi permasalahan penyumbatan dan meluapnya air pada sistem penyaluran air limbah dan permasalahan sistem penyaluran air limbah yang masih bermasalah.
3. Mengatasi permasalahan instalasi pengolahan air limbah agar tidak tergenang dan *overloading* saat hujan dan air pasang.
4. Memberikan solusi pengelolaan sampah Rumah Susun Sewa Gunung Anyar mengenai program 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*) dan sampah tidak dibuang di belakang gedung.

BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1. Gambaran Umum Gedung Perencanaan

2.1.1. Kondisi Wilayah

Rumah Susun Sewa Gunung Anyar terletak di jalan Wonorejo Rusunawa, termasuk dalam wilayah kelurahan Wonorejo, kecamatan Gunung Anyar, Kota Surabaya. Lokasi dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan 2.2. Adapun batas lokasi Rumah Susun Sewa Gunung Anyar adalah:

- a. Sebelah utara : Kali Gunung Anyar
- b. Sebelah timur : Eco wisata mangrove Gunung Anyar
- c. Sebelah selatan : Peumahan Gunung Anyar Tambak
- d. Sebelah barat : Jalan Graha Gunung Anyar Tambak



Gambar 2.1 Letak Rumah Susun Sewa Gunung Anyar

Sumber: (infosurabaya.blogspot.com)

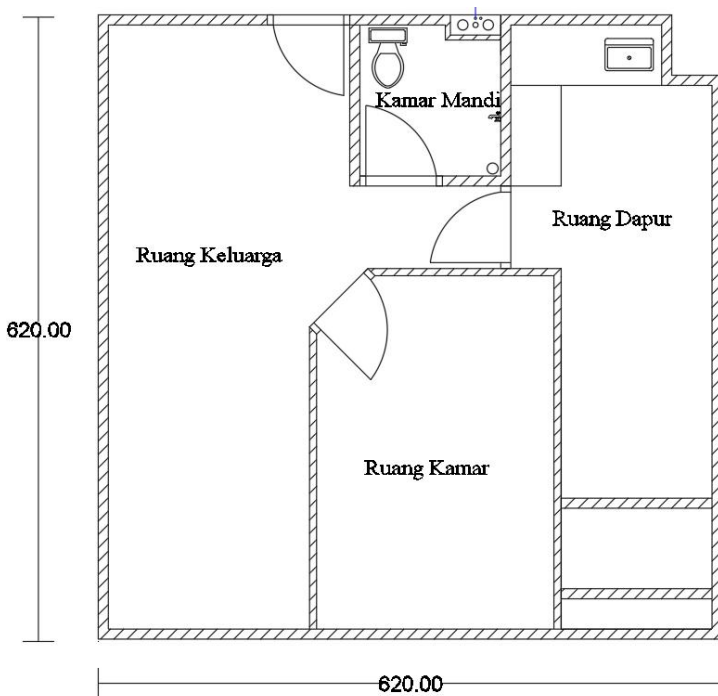


Gambar 2.2 Lokasi Rumah Susun Sewa Gunung Anyar
(Sumber : <http://maps.google.com/>)

2.1.2. Kondisi Fisik Gedung

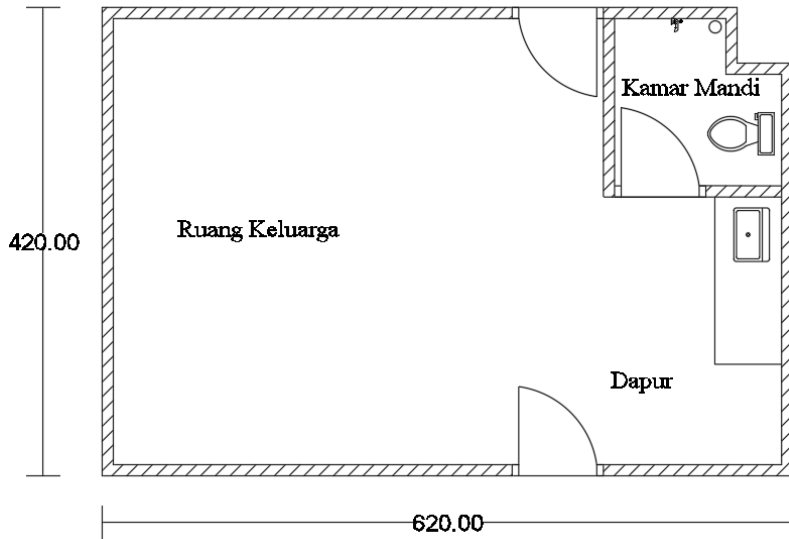
Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya mulai dibangun pada tanggal 28 Juli 2009 dan dihuni pada bulan September 2016 dengan jumlah 244 unit hunian. Pengelola Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya mengizinkan tiap hunian diisi oleh maksimum 5 orang. Rumah Susun Sewa tersebut dihuni oleh masyarakat ekonomi menengah kebawah, guna membantu untuk mempersiapkan rumah hunian yang tetap.

Rumah Susun Sewa Gunung Anyar terdiri dari tiga gedung. Tahap pertama pembangunan gedung A dan B atau disebut twin blok yang rampung pada 2015, namun penghuni baru mulai menempati gedung ini pada September 2016. Pada gedung A dan B masing-masing terdapat 64 unit rumah. Lantai dasar pada gedung ini terdiri dari kantor rumah susun, gudang, kamar untuk tamu. Sedangkan unit rumah terletak pada lantai 2 hingga 5. Masing-masing lantai memiliki 16 unit rumah yang berukuran 6x6 dan memiliki ruang sanitair sendiri. Ruang sanitair pada tiap unit rumah terdiri dari satu kamar mandi dan tempat cucian piring. Alat sanitair di dalam kamar mandi berupa satu kloset duduk, satu keran air, dan satu *floor drain*. Sedangkan di ruang cuci piring ini, terdapat satu bak cuci piring, dan satu keran air. Berikut adalah Gambar 2.3 denah unit rumah gedung A dan B



Gambar 2.3 Denah Unit Rumah Gedung A dan B

Pada tahap kedua dibangun gedung C rumah susun pada tahun 2016. Pembangunan ini selesai pada akhir tahun 2017. Gedung C ini memiliki desain yang berbeda dengan *twin* blok A dan B. Pada gedung C lantai 1 hingga 5 merupakan unit rumah, dimana per lantainya terdapat 24 unit rumah yang berukuran 6x4 dan memiliki ruang saniter sendiri. Ruang saniter pada tiap unit rumah terdiri dari satu kamar mandi dan tempat cuci piring. Alat saniter di dalam kamar mandi berupa satu kloset duduk, satu keran air, shower, dan satu floor drain. Sedangkan di ruang cuci piring ini, terdapat satu bak cuci piring, dan satu keran air. Berikut adalah Gambar 2.4 denah unit rumah gedung C



Gambar 2.4 Denah Unit Rumah Gedung C



Gambar 2.5 Fasilitas Kamar Mandi Gedung A dan B



Gambar 2.6 Fasilitas Dapur Gedung A dan B

2.2. Kondisi Penyediaan Air Bersih

Rumah Susun Sewa Gunung Anyar mendapatkan suplai air bersih dari PDAM. Dalam penyalurannya, air PDAM akan ditampung ditangki dasar dan kemudian dipompakan ke tangki atap. Dari tangki atap, air akan dialirkan secara gravitasi ke setiap lantai melalui pipa tegak. Air bersih dialirkan melalui pipa yang langsung terhubung pada alat saniter. Alat saniter yang terhubung langsung dengan pipa air bersih hanya keran air kamar mandi dan keran air bak cuci piring

2.2.1. Tangki Dasar

Setiap gedung terdapat 2 tangki dasar, dimana tangki dasar untuk melayani semua kamar yang ada pada 1 gedung tersebut. Tangki dasar memiliki kapasitas sebesar 288 m³ dengan ukuran 4x4x18. Letak tangki dasar ini terletak bersebelahan dengan ruang pompa. Gambar 2.7 Menampilkan Gambar tangki dasar dan ruang pompa di Rumah Susun Sewa Gunung Anyar.



Gambar 2.7 Tangki Dasar dan Ruang Pompa

2.2.2. Tangki atap

Tangki atap terletak di lantai atap, berupa tandon plastik berkapasitas 4100 L. Dalam satu gedung terdapat dua tandon sehingga kapasitas tangki atap sebesar 8200 L. Dari tangki atap ini kemudian dialirkan ke tiap lantai secara gravitasi. Gambar tangki atap dapat dilihat pada Gambar 2.8



Gambar 2.8 Tangki atap

2.2.3. Pipa

Jenis Pipa yang digunakan pada penyediaan air bersih adalah pipa PVC dan pipa besi. Pipa PVC digunakan untuk menyalurkan air dari *overflow*, cucian dari tangki atap dan penyaluran air di masing-masing unit rumah. Sedang pipa besi digunakan untuk menyalurkan air dari tangki dasar menuju tangki atap dan menyalurkan air dari tangki atap ke masing-masing unit rumah.

Shaft pada pipa penyaluran air bersih dijadikan satu dengan meteran air per kamar. Pipa penyaluran air bersih diberi warna hijau pada bangunan. Berikut Gambar pipa penyaluran air bersih pada Gambar 2.9



Pipa penyaluran
air ke penghuni

Gambar 2.9 Pipa Air Bersih

2.2.4. Meter Air

Meter air utama terletak pada bagian depan bangunan rumah susun. Meter air utama berasal dari PDAM, dapat dilihat pada Gambar 2.10. Meter air ini diberi dinding dari semen dan ditutupi oleh cor-coran dari semen. Kondisi meter air utama terlihat sudah berkarat namun masih berfungsi dengan cukup baik, akan tetapi tempatnya dipenuhi tumbuhan liar dan kurang terawat.



Gambar 2.10 Meter Air Utama

Setiap unit rumah juga terdapat meter air yang diadakan oleh pemerintah Kota. Fungsinya agar penghuni dapat membayar sesuai dengan banyaknya air yang mereka gunakan. Pada gedung A dan B meter air dijadikan satu dengan *shaft*, sedangkan gedung C meteran air terletak di depan kamar dibawah meteran listrik. Meteran air ini masih berfungsi dengan baik. Berikut Gambar 2.11 Meter unit rumah gedung A, B dan 2.12 Gambar meter air unit rumah gedung C.



Gambar 2.11 Meter Air Pelanggan Gedung A dan B



Gambar 2.12 Meter Air Pelanggan Gedung C

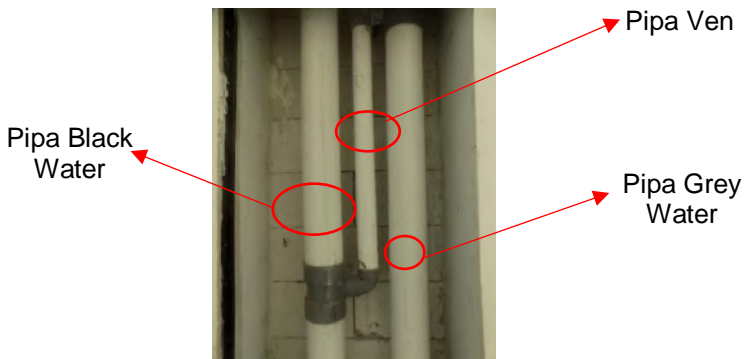
2.2.5. Retribusi Air Bersih

Penyediaan air bersih pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar berasal dari PDAM. Biaya yang dikenakan untuk tiap unit rumah dari PDAM per bulannya adalah sebesar Rp 600/m³. Namun karena adanya penggunaan pompa yang membutuhkan tenaga listrik dan pembersihan tangki dasar maupun tangki atap, maka biaya air bersih sebesar Rp 1000/m³.

2.3. Kondisi Penyaluran Air limbah

2.3.1. Pipa Air limbah

Air limbah pada rumah susun dibagi menjadi dua bagian, antara *black water* dan *grey water*. *Black water* berasal dari kloset duduk dan *Grey water* berasal dari cucian dapur, *floor drain* di kamar mandi yang kemudian diteruskan ke Instalasi pembuangan air limbah. Pada rumah susun ini pipa ven digabung menjadi satu dengan pipa air limbah. *Shaft* untuk pipa air limbah terletak di luar dan juga disebelah unit rumah. Pada beberapa titik terdapat rembesan air limbah, hal ini menyebabkan datangnya lalat atau bisa menimbulkan penyakit jika dibiarkan, serta beberapa titik terjadi kebocoran sehingga ada pipa air limbah yang tidak masuk tangki septik. Gambar 2.13 dan 2.14 menampilkan Gambar pipa air limbah gedung A dan B, Gambar 2.16 menampilkan Gambar pipa air limbah gedung C.



Gambar 2.13 Pipa Air limbah *Black water* dan *Grey water* Gedung A dan B



Gambar 2.14 Pipa Buangan Air Hujan Gedung A dan B



Gambar 2.15 Pipa Buangan Air Gedung C

2.3.2. Instalasi Pengolahan Air Limbah

Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya menggunakan bahan fiber untuk pengolahan limbah dari WC (*black water*) dan cucian dapur, floor drain (*grey water*). Setiap gedung memiliki instalasi pengolahan air limbah sendiri. Reaktor tersebut memiliki sebuah permasalahan yakni terjadi kebocoran dan pada saat hujan dan air pasang dari sungai di depan Rumah Susun Sewa Gunung Anyar reaktor tersebut tergenang. Hal tersebut dikarenakan oleh elevasi pipa outlet yang berada di bawah elevasi muka air saat setelah hujan dan muka air naik. Gambar 2.16 Instalasi Pengolahan Air Limbah eksisting.



Gambar 2.16 Instalasi Pengolahan Air Limbah Eksisting

2.4. Kondisi Pengelolaan Sampah

Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya hanya menyediakan tempat sampah komunal yang dihubungkan dengan *shaft* sampah. *Shaft* sampah ini ada pada tiap gedungnya, pada satu gedung terdapat 2 titik pembuangan sampah pada kanan dan kiri gedung. Pada *shaft* sampah lobang sampah menuju gerobak sampah terlalu tinggi sehingga sampah tidak langsung masuk kedalam gerobak, sehingga sampahnya berserakan dan juga belum adanya pemilahan sampah kompos dan non kompos, sehingga semua jenis sampah tercampur. Terdapat gerobak sampah berkapasitas 1 m³. Pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya sampah dibuang ke area belakang Rumah Susun Sewa Gunung Anyar, karena tidak ada pelayanan pengangkutan oleh *dump truck*. Gerobak sampah eksisting dan *shaft* sampah dapat dilihat pada Gambar 2.17 dan 2.18.



Gambar 2.17 Gerobak Sampah Eksisting



Gambar 2.18 Shaft Sampah Eksisting



**Gambar 2.19 Tempat Pembuangan Sampah di Belakang Rumah
Susun**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1. Penentuan Jumlah Sampel

Pada Saat penentuan jumlah sampel seringkali diajukan pertanyaan berapa jumlah sampel yang dibutuhkan dalam penelitian. Sampel yang terlalu kecil dapat menyebabkan penelitian tidak dapat menggambarkan kondisi populasi yang sesungguhnya. Sebaliknya, sampel yang terlalu besar dapat mengakibatkan pemborosan biaya penelitian.

Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan jumlah sampel adalah menggunakan rumus Slovin (Sevilla et, al., 2007), sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{N(e)^2 + 1} \quad (3.1)$$

Dimana:

n = jumlah sampel

N = jumlah populasi

e = batas toleransi kesalahan

Untuk menggunakan rumus tersebut, pertama ditentukan berapa batas toleransi kesalahan. Batas toleransi kesalahan ini dinyatakan dengan persentase. Semakin kecil toleransi kesalahan, semakin akurat sampel menggambarkan populasi. Misalnya, penelitian dengan batas kesalahan 5% berarti memiliki tingkat akurasi 95%. Penelitian dengan batas kesalahan 2% memiliki tingkat akurasi 98%. Dengan jumlah populasi yang sama, semakin kecil toleransi kesalahan, semakin besar jumlah sampel yang dibutuhkan.

3.2. Sistem Plambing Air Bersih

3.2.1. Sistem Penyediaan Air Bersih

Berdasarkan SNI 03-7065-2005 Tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing, terdapat beberapa macam sistem penyediaan air bersih, antara lain:

- Sistem sambungan langsung. Dimana pipa utama dan PDAM langsung disambung ke pipa distribusi dalam gedung. Sistem ini hanya dapat diterapkan untuk perumahan dan bangunan gedung yang rendah.

- Sistem tangki atap. Air dari pipa PDAM ditampung terlebih dahulu ke tangki bawah, kemudian dialirkan dengan pompa menuju tangki yang terletak diatas atap. Perencanaan ini menggunakan sistem tangki atap karena hanya terjadi sedikit perubahan tekanan dan kinerja pompa tidak terus menerus.
- Sistem tangki tekan. Air dalam tangki bawah dipompakan kedalam suatu bejana tertutup kemudian dialirkan ke pipa-pipa diatasnya. Kekurangan dari sistem ini antara lain hanya mampu menampung air dalam jumlah sedikit.

3.2.2. Penentuan Kebutuhan Air Bersih

Apabila jumlah penghuni diketahui, untuk suatu bangunan gedung maka angka tersebut digunakan untuk menghitung pemakaian air rata-rata sehari berdasarkan standar pemakaian air per orang per hari untuk penggunaan gedung tersebut. Pemakaian air rata-rata dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Pemakaian Air Rata-Rata per Orang per Hari

No.	Penggunaan gedung	Pemakaian air	Satuan
1	Rumah	120	Liter/penghuni/hari
2	Rumah Susun Sewa	100 ¹⁾	Liter/penghuni/hari
3	Asrama	120	Liter/penghuni/hari
4	Rumah Sakit	500 ²⁾	Liter/tempat tidur pasien /hari
5	Sekolah	40	Liter/siswa/hari
6	SLTP	50	Liter/siswa/hari
7	SMU/SMK dan lebih	80	Liter/siswa/hari
8	Ruko/Rukan	100	Liter/penghuni dan pegawai/hari
9	Kantor	50	Liter/pegawai/hari
10	Toserba,toko pengecer	5	Liter/m ²
11	Restoran	15	Liter/kursi
12	Hotel	250	Liter/tempat tidur
17	Peribadatan	5	Liter/orang,

Sumber:

¹⁾ Hasil pengkajian Puslitbang Permukiman Dep. Kimpraswil tahun 2000

²⁾ Permen Kesehatan RI No : 986/Menkes/Per/GUNUNG ANYARI/1992

- Pemakaian air dalam satu hari (Q_1) adalah:

$$Q_1 = \text{Jumlah penghuni Rusun Pemakaian Air} \quad (3.2)$$

- Diperkirakan tambahan pemakaian air untuk menyiram tanaman, mengatasi kebocoran, dan lain-lain sehingga untuk pemakaian air rata-rata perhari (Q_d):

$$Q_d = (100\% + \text{Tambahan pemakaian air } \%) \text{Rusun } Q_1 \quad (3.3)$$

- Pemakaian air rata-rata

$$Q_h = \frac{Q_d}{t} \quad (3.4)$$

Di mana :

Q_h = Pemakaian air rata-rata (m^3/jam)

Q_d = Pemakaian air rata-rata sehari (m^3/hari)

t = Jangka waktu pemakaian air dalam 1 hari (jam)

- Pemakaian air pada jam puncak

$$Q_{h-\max} = Q_h \times C_1 \quad (3.5)$$

Di mana:

$Q_{h-\max}$ = Pemakaian air pada jam puncak (m^3/jam).

C_1 = Konstanta \rightarrow berkisar antara 1,5 – 2,0.

- Pemakaian air pada hari puncak

$$Q_{d-\max} = Q_d \times C_2 \quad (3.6)$$

Di mana :

$Q_{d-\max}$ = Pemakaian air pada jam puncak (m^3/jam).

C_2 = Konstanta \rightarrow berkisar antara 1,5 – 2,0.

- Pemakaian air pada menit puncak

$$Q_{m-\max} = \frac{Q_h}{60} \times C_3 \quad (3.7)$$

Di mana:

$Q_{m-\max}$ = Pemakaian air pada menit puncak (m^3/jam).

C_3 = Konstanta \rightarrow berkisar antara 3,0 – 4,0.

3.2.3. Penentuan Dimensi Pipa Air Bersih

Dalam menentukan diameter pipa dapat menggunakan kerugian gesek dan juga berdasarkan tabel ekivalen. Dalam perhitungan ini akan menggunakan tabel ekivalen dengan langkah-langkah:

- a. Menentukan jumlah dan posisi tangki atap .
- b. Menentukan jumlah alat plambing yang digunakan.
Sebelum menentukan jumlah unit beban setiap alat plambing maka perlu ditentukan banyak alat dalam ruangan tersebut.
- c. Menentukan jalur air bersih tiap alat plambing, kemudian menentukan diameter perpipaan dengan menggunakan tabel seperti berikut:

Tabel 3.2 Pemakaian Air Tiap Alat Plumbing, Laju Aliran Airnya, dan Ukuran Pipa Cabang Pipa Air

No	Nama alat plumbing	Pemakaian air untuk penggunaan satu kali (liter)	Penggunaan per jam	Laju aliran (liter/min)	waktu untuk pengisian (mm)	Pipa sambungan alat plumbing	pipa cabang air bersih ke alat plumbing (mm)	
							pipa baja	tembaga
1	Kloset (dengan katup gelontor)	13,5-16,5	6-12	110-180	8,2-10	24	32	25
2	Kloset (dengan tangki gelontor)	13-15	6-12	15	60	13	20	13
3	Peturasan (dengan katup gelontor)	5	12-20	30	10	13	20	13
4	Peturasan, 2-4 orang (dengan tangki gelontor)	9-18	12	1,8-3,6	300	13	20	13
5	Peturasan, 5-7 orang (dengan tangki gelontor)	22,5-31,5	12	4,5-6,3	300	13	20	13
6	Bak cuci tangan kecil	3	12-20	10	18	13	20	13
7	Bak cuci tangan biasa (lavatory)	10	6-12	15	40	13	20	13
8	Bak cuci dapur (sink) dengan keran 13 mm	15	6-12	15	60	13	20	13
9	Bak cuci dapur (sink) dengan keran 20 mm	25	6-12	25	60	20	20	20
10	Bak mandi rendam (bath tub)	125	3	30	250	20	20	20
11	Pancuran mandi (shower)	24-60	3	12	120-300	13-20	20	13-20
12	Bak mandi gaya Jepang	Tergantung ukurannya		30		20	20	21

Sumber : Noerbambang dan Morimura, 2005

- e. Menentukan nilai ekivalen berdasarkan diameter minimum tiap alat yang didapatkan dari Tabel berikut:

Tabel 3.3. Tabel Ekivalen

D	15	20	25	32	40	50	65	80
15	1							
20	2,2	1						
25	4,1	1,9	1					
32	8,1	3,7	2	1				
40	12,1	5,6	2,9	1,5	1			
50	22,8	10,6	5,5	2,8	1,9	1		
65	44	20,3	10,7	5,4	3,6	1,9	1	
80	69,4	32	16,8	8,5	5,7	3	1,6	1
100	140	64,5	33,8	17,2	11,5	6,1	3,2	2

Sumber : Noerbambang dan Morimura, 2005

- f. Menjumlah nilai ekivalen berdasarkan jalur pipa
g. Menentukan faktor pemakaian dari jumlah unit alat yang ditentukan melalui tabel berikut:

Tabel 3.4. Faktor Pemakaian (%) dan Jumlah Alat Plumbing

Jenis alat plumbing \ Jumlah alat plumbing	1	2	4	8	12	16	24	32	40	50	70	100
Kloset, dengan katup gelontor	1	50 Satu	50 2	40 3	30 4	27 5	23 6	19 7	17 7	15 8	12 9	10 10
Alat plumbing biasa	1	100 dua	75 3	55 5	48 6	45 7	42 10	40 13	39 16	38 19	25 35	33 33

Sumber : Noerbambang dan Morimura, 2005

- h. Menghitung nilai ekivalen pada tiap jalur pipa dengan mengalikan jumlah ekivalen dan faktor pemakaian
i. Menentukan ukuran pipa minimum dengan melihat Tabel 3.3.
j. Menentukan *headloss* tiap jalur pipa air bersih.
Setelah didapatkan diameter pada masing masing jalur pipa dilakukan perhitungan *headloss* pada masing masing jalur serta evaluasi besar *headloss* dengan *static head* dari reservoir ke pipa. Untuk menghitung *headloss* (H_f) dapat digunakan rumus dasar kehilangan tekanan.

1. Rumus Hazen Williams

$$H_f = \left(\frac{Q}{0,2785 \times c \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L \quad (3.8)$$

Di mana :

H_f = Headloss (m)

Q = Debit air (m³/detik)

c = Koefesien kekasaran pipa

D = Diameter pipa (m)

L = Panjang pipa (m)

Dari rumus Hazen William diatas dapat diturunkan dan dimodifikasi menjadi rumus yang lebih sesuai dengan keadaan di lapangan terutama di Indonesia. Rumus Hazen William yang telah diturunkan menjadi seperti berikut:

2. Rumus Penurunan Hazen Williams dengan penggantian satuan.

$$H_f = \frac{L}{(0,00155 \times D^{2,63} \times C)^{1,85}} \times Q^{1,85} \quad (3.9)$$

Di mana :

H_f = Headloss (m)

Q = Debit air (L/detik)

C = Koefesien kekasaran pipa

D = Diameter pipa (cm)

L = Panjang pipa (m)

Setelah didapat *headloss* pada setiap jalur pipa dapat dievaluasi menurut besar *headloss* dibandingkan dengan nilai *static head*.

k. Evaluasi nilai *headloss* dengan nilai *static head* dari reservoir.

Untuk menghindari air yang tidak dapat mengalir terutama pada lantai teratas sehingga nilai *static head* harus lebih besar dari nilai *headloss* pada lantai teratas. Apabila nilai *headloss* pada jalur pipa terlalu besar dapat diganti dengan diameter pipa yang lebih besar untuk menurunkan nilai *headloss* tersebut.

3.2.4. Penentuan Kapasitas Tangki dasar

Tangki dasar ini berfungsi menampung air bersih untuk kebutuhan sehari-hari dan air untuk keperluan sistem pemadam kebakaran. Untuk menentukan kapasitas Tangki dasar ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V_R = Q_d - (Q_s \times T) + V_f$$

Dimana :

- V_R = Volume tangki air bawah (m^3)
 Qd = Jumlah kebutuhan air perhari (m^3 /hari)
 Q_s = Kapasitas pipa dinas (m^3 /jam)
 T = Rata-rata pemakaian perhari (jam/hari)
 V_f = Cadangan air untuk pemadam kebakaran (m^3)

3.2.5. Penentuan Kapasitas Tangki atap

Tangki atap atau tangki atas merupakan tangki penampung yang menampung air sebelum didistribusikan ke seluruh sistem. Tangki ini digunakan untuk menampung kebutuhan puncak air, biasanya disediakan dengan kapasitas cukup untuk jangka waktu kebutuhan puncak tersebut yaitu sekitar 30 menit.

Dalam keadaan tertentu kebutuhan puncak dimulai pada saat muka air terendah dalam tangki atas, sehingga perlu dilakukan perhitungan terhadap jumlah air yang dapat dimasukkan dalam waktu 10 sampai 15 menit oleh pompa angkat (yang memompakan air dari tangki bawah ke tangki atas). Kapasitas efektif tangki atas dinyatakan dengan rumus :

$$V_E = [(Q_p - Q_{m_{max}}) \times T_p] + (Q_{pu} \times T_{pu}) \quad (3.11)$$

Di mana:

- V_E = Kapasitas efektif tangki atas (L)
 Q_p = Kebutuhan puncak (L/menit)
 Q_{mma} Gunung Anyar = Kebutuhan jam puncak (L/menit)
 Q_{pu} = Kapasitas pompa pengisi (L/menit)
 T_p = Jangka waktu kebutuhan puncak (menit)
 T_{pu} = Jangka waktu kerja pompa pengisi (menit)

Pada umumnya, kapasitas pompa pengisi diusahakan sebesar

$$Q_{pu} = Q_{m_{max}} \quad (3.12)$$

Air yang diambil dari tangki atas melalui pipa pembagi utama dianggap sebesar Q_p . Semakin dekat Q_{pu} dengan Q_p , maka semakin kecil ukuran tangki atas. Dari rumus di atas dapat dilihat bahwa bila $Q_{pu} = Q_p$, maka volume tangki adalah :

$$V_E = Q_{pu} \times T_{pu} \quad (3.13)$$

Ini adalah kapasitas tangki minimum yang masing-masing cukup untuk melayani kebutuhan puncak. Jadi ukuran tangki atas tidak boleh ditentukan sendiri tanpa memperhatikan kapasitas pompa pengisian, demikian pula sebaliknya. Hal ini penting untuk diperhatikan pada saat merancang suatu gedung.

3.3. Sistem Plumbing Air Limbah

3.3.1. Penentuan Dimensi Pipa Air Limbah

Didalam penyaluran air limbah, dimensi pipa penting untuk diketahui sebagai alat yang akan menyalurkan air limbah.

Tentunya dimensi pipa setiap jenis air limbah berbeda didasarkan pada besarnya unit alat plumbing dari alat-alat plumbing yang dilayani. Selain itu, perlu diperhatikan hal-hal lain antara lain sebagai berikut :

1. Ukuran minimum pipa cabang mendatar.

Ukuran sekurang-kurangnya sama dengan diameter terbesar dari perangkat alat plumbing.

2. Ukuran minimum pipa tegak.

Ukuran sekurang-kurangnya sama dengan diameter terbesar pipa cabang mendatar yang disambung ke pipa tegak. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.5 Tabel 3.6, Tabel 3.7 dan Tabel 3.8, yang disertai dengan beban UAP pada pipa air limbah untuk masing alat plumbing.

3. Pengecilan ukuran pipa.

Pipa tegak maupun pipa cabang mandatar tidak boleh diperkecil diameternya dalam arah aliran air limbah.

4. Pipa bawah tanah.

Pipa air limbah yang ditanam dalam tanah atau dibawah lantai harus mempunyai ukuran sekurang-kurangnya 50 mm.

5. Interval cabang.

Adalah jarak pada pipa tegak antara dua titik, di mana pipa cabang mendatar disambung pada pipa tegak tersebut. Jarak ini sekurang-kurangnya 2,5 m.

Tabel 3.5 Diameter Minimum, Perangkap dan Pipa Buangan Alat Plambing

No	Alat Plambing	Diameter Perangkap Minimum (mm)	Diameter Pipa Buangan Alat Plambing Minimum (mm)	Catatan
1	Kloset	75	75	
2	Peturasan			
	- Tipe menempel dinding	40	40	
	- Tipe gantung di dinding	40-50	40-50	(1)
	- Tipe dengan kaki, siphon jet atau blow-out	75	75	(2)
	- Untuk umum : untuk 2 orang	50	50	
	- Untuk 3-4 orang	65	65	
	- Untuk 5-6 orang	75	75	
3	Bak cuci tangan (<i>lavatory</i>)	32	32-40	(3)
4	Bak cuci tangan (<i>wash basin</i>)			
	- Ukuran biasa	32	32	
	- Ukuran kecil	25	25	(4)
5	Pancuran minum	32	32	
6	Pancuran mandi (<i>dalam ruang</i>)	50	50	
7	Bak cuci, untuk pel	65	65	
	- Ukuran besar	75-100	75-100	(8)
8	Buangan lantai (<i>floor drain</i>)	40-75	40-75	(1)

Catatan :

- (1) Ada dua macam perangkap dan pipa buangan, sesuai dengan tipe peturasannya.
- (2) Tidak selalu tersedia di toko.
- (3) Pipa buangan 32 mm boleh digunakan, tetapi karena pipa ven mudah rusak lebih disukai sistem ven dengan lup. Dianjurkan menggunakan pipa buangan 40 mm untuk menjamin ventilasi dan

No	Alat Plumbing	Diameter Perangkap Minimum (mm)	Diameter Pipa Buangan Alat Plumbing Minimum (mm)	Catatan
	mengatasi kemungkinan mengendapnya sabun atau bahan lainnya pada dinding dalam pipa.			
	(4) Bak cuci tangan kecil ini biasanya tanpa lubang peluap dan digunakan dalam kakus atau kamar mandi rumah atau apartement. Pipa buangan alat plumbing harus berukuran 32 mm.			

Sumber : SNI 8153-2015

Tabel 3.6 Unit Alat Plumbing Sebagai Beban, Setiap Alat Atau Kelompok

No	Alat Plumbing	Diameter Perangkap Minimum (mm)	Unit Alat Plumbing Sebagai Beban
1	Kloset		
	- Tangki gelontor	75	4
	- Katup gelontor	75	8
2	Peturasan		
	- Tipe menempel dinding	40	4
	- Tipe gantung di dinding	40-50	4
	- Tipe dengan kaki, siphon jet atau blow-out	75	8
	- Untuk umum	50	2
3	Bak cuci tangan (lavatory)	32	1
4	Bak cuci tangan (wash basin)		
	- Ukuran biasa	32	1
	- Ukuran kecil	25	0.5
5	Pancuran minum	32	0.5
6	Pancuran mandi (dalam ruang)	50	2
7	Bak cuci pakaian	40	2
8	Buangan lantai (<i>floor drain</i>)	40-75	0.5

Sumber : Noerbambang dan Morimura, 2005

Tabel 3.5 merupakan diameter pipa minimum yang diperbolehkan berdasarkan alat plambing yang digunakan alat plambing yang digunakan akan mempengaruhi Unit Alat Plambing (UAP). Diameter pipa yang digunakan untuk alat plambing yaitu berkisar antara 30-100 mm.

Sedangkan untuk diamter minimum perangkat yaitu 32-100 mm. Pada Tabel 3.6 berisi tentang Unit Alat Plambing tiap tiap alat palmbing.

Tabel 3.7 Beban Maksimum UAP Untuk Cabang Horizontal Dan Pipa Tegak Buangan

Diameter pipa	Beban maksimum unit alat plambing yang boleh disambung kepada:											
	Cabang mendatar ¹⁾			Satu pipa tegak setinggi 3 tingkat atau untuk 3 interval			Pipa tegak dengan tinggi lebih dari 3 tingkat					
							Jumlah untuk satu pipa tegak			Jumlah untuk cabang satu tingkat		
(mm)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing ²⁾ (NPC)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing ²⁾ (NPC)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing ²⁾ (NPC)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing ²⁾ (NPC)
32	1	100	1	2	100	2	2	100	2	1	100	1
40	3	100	3	4	100	4	8	100	8	2	100	2
50	5	90	6	9	90	10	24	100	24	6	100	6
65	10	80	12	18	90	20	48	90	42	9	100	9
75	14	70	20 ³⁾	27	90	30 ⁴⁾	54	90	60 ⁴⁾	14	90	16 ⁴⁾
100	96	60	160	192	80	240	400	80	500	72	80	90
125	216	60	360	432	80	540	880	80	1100	160	80	200
150	372	60	620	768	80	960	1520	80	1900	280	80	350
200	840	60	1400	1760	80	2200	2280	80	3600	480	80	600
250	1500	60	2500	2660	70	3800	3920	70	5600	700	70	1000
300	2340	60	3900	4200	70	6000	5880	70	8400	1050	70	1500
375	3500	50	7000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Catatan :												
1) Tidak termasuk cabang buangan gedung												
2) NATIONAL PLUMBING CODE, American Standard, ASA 40.8-1955.												
3) Tidak lebih dari dua kloset												
4) Tidak lebih dari tiga kloset												

Sumber : Noerbambang dan Morimura, 2005

**Tabel 3.8 Beban Maksimum Unit Alat Plumbing Untuk Pipa
Pembuangan Gedung**

Diameter pipa	Beban maksimum unit alat plambing yang boleh disambung kepada bagian manapun dari pipa pembuangan gedung											
	Kemiringan pipa tegak dengan tinggi lebih dari 3 tingkat											
	1/192 ¹⁾			1/96 ¹⁾			1/48 ¹⁾			1/24 ¹⁾		
(mm)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing ²⁾ (NPC)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing ²⁾ (NPC)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing ²⁾ (NPC)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing ²⁾ (NPC)
50	-	-	-	-	-	-	21	100	21	26	100	26
65	-	-	-	-	-	-	22	90	24	28	90	31
75	-	-	-	18	90	20 ³⁾	23	85	27 ³⁾	29	80	36 ³⁾
100	-	-	-	104	60	180	130	60	216	150	60	250
125	-	-	-	234	60	390	288	60	480	345	60	575
150	-	-	-	420	60	700	504	60	840	600	60	1000
200	840	60	1400	960	60	1600	1152	60	1920	1380	60	2300
250	1500	60	2500	1740	60	2900	2100	60	3500	2520	60	4200
300	2340	60	3900	2760	60	4600	3360	60	5600	4020	60	6700
375	3500	50	700	4150	50	8300	5000	50	10000	6000	50	12000
Catatan :												
¹⁾ Angka-angka ini dikonversikan dari standar NPC, oleh karena dala standar NPC digunakan kemiringan 1/16, 1/8, ¼, dan ½ inci dalam arah tegak untuk setiap kaki arah horizontal												
²⁾ NATIONAL PLUMBING CODE, American Standard, ASA 40.8-1955.												
³⁾ Tidak lebih dari dua kloset												

Sumber : Noerbambang dan Morimura, 2005

3.3.2. Kemiringan Pipa dan Kecepatan Aliran

Karakteristik air limbah sangat berbeda dengan karakteristik air bersih. Hal ini dapat dilihat dari kandungan partikel padatan pada air limbah. Oleh karena itu, atas dasar perbedaan karakteristiknya, desain pipa untuk air bersih dan air limbah menjadi berbeda. Air limbah membutuhkan kecepatan aliran yang tinggi serta kemiringan pada pipa yang sesuai agar dapat mengalir dan tidak tersumbat. Selain itu pipa pada air limbah tidak terisi penuh oleh air limbah, melainkan hanya 2/3 penampang pipa, sehingga bagian atas pipa yang kosong terisi oleh udara. Kemiringan pipa dapat dibuat sama atau lebih dari satu per diameter pipanya (dalam mm). Kecepatan terbaik dalam pipa berkisar antara 0,6 sampai 1,2 m/detik. Kemiringan pipa pembuangan gedung dan riol gedung dapat dibuat lebih landai dari

pada 1/50 untuk diameter 75 mm atau kurang dari 1/100 untuk 100 mm atau kurang, asal kecepatan berada pada ijin. Berikut ini adalah Tabel kemiringan pipa yang dianjurkan.

Tabel 3.9 Kemiringan untuk Pipa Buangan Arah Mendatar

Diameter pipa (inch)	1 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{2}$	2	2 $\frac{1}{2}$	3	4	5	6
Besarnya slope minimum (inchi per feet)	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$

Sumber : "Plumbing" 3rd edition, Harold Babbitt.

3.3.3. Sistem Ven dan Penentuan Ukuran Pipa

Pipa ven merupakan bagian penting dari sistem pembuangan air dalam gedung. Tujuan pemasangan pipa ven antara lain untuk menjaga sekat perangkat dari efek siphon atau tekanan, mempertahankan stabilitas aliran sistem pengaliran, dan sirkulasi udara dalam pipa. Besar kecilnya ukuran pipa ven selain ditentukan oleh banyaknya unit alat plambing dan juga diameter pipa tegak air limbah yang dihubungkan (Noerbambang dan Morimura, 2005). Langkah-langkah dalam menentukan dimensi pipa ven adalah sebagai berikut:

1. Menentukan sistem ven yang digunakan pada ruang saniter dan memberi nama jalur pada setiap sistem agar penentuan dimensi pipa lebih mudah dilakukan.
2. Menentukan jenis Unit Alat Plambing (UAP) yang terdapat pada tiap-tiap jalur yang telah ditentukan.
3. Menentukan kumulatif dari masing-masing UAP tersebut.
4. Menentukan diameter air limbah pada jalur di mana pipa ven dipasang, penentuan diameter berdasarkan diameter pipa air limbah yang telah dihitung.
5. Menentukan panjang pipa yang terdapat pada setiap jalur yang telah ditentukan.
6. Konversi diameter pipa dalam satuan inchi sesuai dengan yang terdapat di pasaran.

Tabel 3.10 Ukuran Dan Panjang Pipa Ven

Ukuran pipa tegak air limbah (mm)	Beban unit alat plambing yang disambungkan	Diameter pipa ven yang diperlukan (mm)									
		32	40	50	65	75	100	125	150	200	
		Panjang maksimum pipa ven (m)									
32	2	9									
40	8	15	45								
40	10	9	30								
50	12	9	22,5		60						
75	30	-	-	18	60	150					
75	60	-	-	15	24	120					
100	100	-	-	10,5	30	78	300				
100	200	-	-	9	27	75	270				
100	500	-	-	6	21	54	210				
125	200	-	-	-	10,5	24	105	300			
125	500	-	-	-	9	21	90	270			
125	1100	-	-	-	6	15	60	210			
150	350	-	-	-	7,5	15	60	120	390		
150	620	-	-	-	4,5	9	37,5	90	330		
150	960	-	-	-	-	7,2	30	75	300		
150	1900	-	-	-	-	6	21	60	210		
200	600	-	-	-	-	-	15	45	150	390	
200	1400	-	-	-	-	-	12	30	120	360	
200	2200	-	-	-	-	-	9	24	105	330	
200	3600	-	-	-	-	-	7,5	18	75	240	
250	1000	-	-	-	-	-	-	22,5	37,5	300	
250	2500	-	-	-	-	-	-	15	30	150	
250	3800	-	-	-	-	-	-	9	24	105	
250	5600	-	-	-	-	-	-	7,5	18	75	

Sumber : Noerbambang dan Morimura, 2005

Tabel 3.11 Ukuran Pipa Cabang Horizontal Ven dengan Lup

Nomor Jalur	Ukuran pipa air limbah (mm)	Unit alat plambing (angka maksimum)	Diameter ven lup (mm)					
			40	50	65	75	100	125
			Panjang maksimum horisontal (m)					
1	40	10	6					
2	50	12	4,5	12				
3	50	20	3	9				

Nomor Jalur	Ukuran pipa air limbah (mm)	Unit alat plambing (angka maksimum)	Diameter ven lup (mm)					
			40	50	65	75	100	125
			Panjang maksimum horisontal (m)					
4	75	10	-	6	12	30		
5	75	30	-	-	12	30		
6	75	60	-	-	48	24		
7	100	100	-	2,1	6	15,6	60	
8	100	100	-	1,8	5,4	15	54	
9	100	500	-	-	4,2	10,8	42	
10	125	200	-	-	-	4,8	21	60
11	125	1100	-	-	-	3	12	42

Sumber : Noerbambang dan Morimura, 2005

3.4 Pompa

Sistem pemompaan bertujuan untuk menyalurkan air limbah menuju ke unit pengolahan dengan bantuan pompa menuju greasetrap. Pompa digunakan apabila kondisi elevasi tanah yang datar guna menghindari galian penanaman pipa yang dalam dan memberikan tekanan yang cukup untuk proses pengolahan. Stasiun pompa sebagai stasiun angkat (lift station), dipasang pada setiap jarak tertentu pada jaringan perpipaan yang sudah cukup dalam agar air tetap dapat mengalir. Kapasitas pompa direncanakan berdasarkan aliran puncak air limbah. Pompa yang digunakan untuk mengalirkan air limbah adalah jenis pompa sentrifugal. Pompa sentrifugal umum digunakan untuk memompa air limbah karena tidak mudah tersumbat. Pemakaian pompa redam (*submersible pump*) untuk air limbah lebih baik karena dapat mencegah terjadinya kavitasi (Chapin, 2006). Pompa submersible adalah pompa yang dirancang khusus, dimana motor dan komponen lainnya tertutup rapat, karena pada penggunaannya nanti seluruh permukaan pompa ini akan terendam ke dalam cairan. Pompa redam diletakkan di dalam cairan dan mendorong cairan melalui pipa-pipa salurannya.

Perhitungan head pompa dan daya dapat dilihat pada persamaan berikut.

Head Pompa

$$\text{Head pompa} = \text{Head statis} + \text{Head sistem} + \text{Head sisa tekan} \quad (3.13)$$

$$\text{Head sistem} = \text{Head mayor} + \text{Head minor} + \frac{v^2}{2g} \quad (3.14)$$

$$\text{Head mayor} = \left[\frac{Q}{0,00155 \cdot C \cdot D^{2,63}} \right]^{1,85} \times L \quad (3.15)$$

$$\text{Head minor} = n \times K \frac{v^2}{2g} \quad (3.16)$$

Keterangan :

Head statis = Jarak dari muka air sampai pipa tertinggi (m)

Head sistem = Headloss mayor dan minor (m)

Head sisa tekan = Head yang dibutuhkan sesuai kebutuhan (m)

Q = Debit air limbah (L/s)

C = Koefisien kekasaran pipa

D = Diameter pipa (cm)

L = Panjang pipa (m)

K = Koefisien aksesoris pipa

n = Jumlah aksesoris pipa

v = Kecepatan aliran air dalam pipa (m/s)

Daya Pompa

$$E_p = \frac{\gamma Q H_t}{P_t} \quad (3.17)$$

Keterangan :

E_p = Efisiensi pompa

P_t = Daya pompa (kW)

Q = Debit (m^3/s)

H_t = Head total (m)

3.5. Sistem Pengolahan Air Limbah

Tinjauan pustaka dari sistem pengolahan air limbah dimulai dari menghitung debit air limbah, karakteristik air limbah, instalasi pengolahan *Anaerobic Baffled Reaktor* (ABR) dan *Aerobic biofilter* (AB).

3.5.1. Debit Air Limbah Domestik

Debit air limbah diperkirakan sebanyak 60-80% dari penggunaan air bersih (Metcalf dan Eddy, 2014). Air limbah terdiri dari *grey water* dan *black water*. *Grey water* adalah air limbah domestik yang pengalirannya tidak melalui toilet, namun dihasilkan dari kegiatan mandi, mencuci piring dan pakaian. Sedangkan *black water* merupakan jenis air limbah domestik yang

berupa kotoran manusia (Septiana dkk, 2013). Pada Tabel 3.11 ditunjukkan persentase debit *grey water* dan *black water* pada air limbah domestik.

Tabel 3.12 Persentase Debit *Grey water* dan *Black water*

Sumber	Debit <i>black water</i>	Debit <i>grey water</i>
Naoko, 2005	30%	70%
Kumiade, 2008	25%	75%
Pathan et,al, 2011	40%	60%
Mohamed et al, 2014	20%	80%

Debit penggunaan air bersih berfluktuasi pada setiap jam, sehingga debit air limbah yang dihasilkan juga mengalami fluktuasi. Debit puncak air limbah dapat dihitung menggunakan persamaan 3.18.

$$Q_{peak} = Q_{ave} \times f_p \quad (3.18)$$

Dimana: Q_{peak} = Debit puncak air limbah (Liter/detik)

Q_{ave} = Debit rata-rata air limbah (Liter/detik)

f_p = faktor puncak

Faktor puncak dapat dihitung menggunakan persamaan 3.19 (Frayer dan Geyer, 1954)

$$f_p = \frac{18 + p^{0.5}}{4 + p^{0.5}} \quad (3.19)$$

Dimana: f_p = factor puncak

P = jumlah penduduk (orang)

3.5.2. Karakteristik Air Limbah Domestik

Menurut Tchobanoglous (1979) air limbah domestic terdiri dari karakteristik fisik, kimia, dan biologi, meliputi:

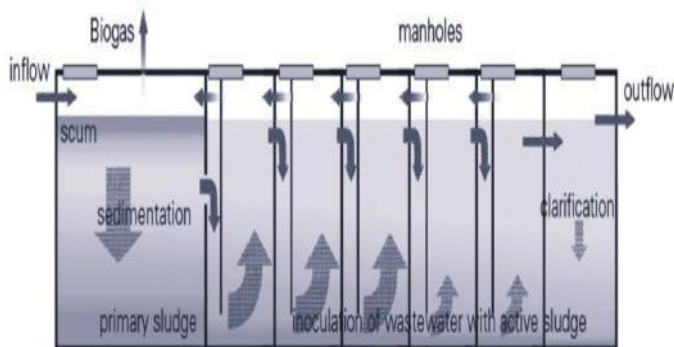
- Fisik : kekeruhan dan TSS (Total Suspended Solid)
- Kimia : DO (Dissolved Oxygen), BOD (Biological Oxygen Demand), dan COD (Chemical Oxygen Demand)
- Biologi : Coliform

Grey water mengandung beberapa parameter, yaitu minyak dan lemak, deterjen, bakteri, bahan organik dan padatan tersuspensi (Handayani, 2013). *Grey water* juga mengandung nitrogen, fosfat dan potassium. *Grey water* mengandung bakteri

pathogen, namun jumlahnya lebih sedikit apabila dibandingkan *black water*.

3.5.3. Anaerobic Baffled Reaktor

Anaerobic Baffled Reaktor (ABR) adalah Bak Pengendap yang dimodifikasi dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi penyisihan padatan terlarut dan tidak mengendap (Morel dan Dinier, 2006). *Anaerobic Baffled Reaktor* dalam skala laboratorium ditemukan sebagai proses pengolahan anaerobik yang efektif oleh Bachmann pada tahun 1983 (Grobicki dan Stuckey, 1991). Proses ini menggunakan serangkaian sekat vertikal untuk memaksa limbah mengalir ke bawah dan melewati sekatnya (Bachmann *et al.*, 1984). Bakteri pada reaktor ini berkembang dan mengendap dengan memproduksi gas pada setiap kompartemen (Boopathy dan Tilche, 1990).



Gambar 3.1 Unit Anaerobic Baffle Reaktor

(Sumber: Sasse et al., 2009)

Anaerobic Baffled Reaktor terdiri atas sebuah tangki septik, dan sekat tegak yang terpasang dalam kompartemen dan aliran air bergerak secara naik-turun dari satu kompartemen ke kompartemen lain, dengan cara ini maka air limbah dipertemukan dengan sisa lumpur yang mengandung mikroorganisme yang berfungsi menguraikan polutan dalam kondisi *anaerobic*. Desain *Anaerobic Baffled Reaktor* menjamin masa tinggal air limbah yang lebih lama sehinggamenghasilkan pengolahan dengan

kualitas tinggi dan kadar lumpur yang dihasilkan rendah (Foxon *et al.*, 2004).

Zona pengendapan pada *Anaerobic Baffled Reaktor* digunakan untuk mengendapkan padatan yang besar sebelum melewati kompartemen selanjutnya. Antara kompartemen, air mengalir ke bawah disebabkan oleh dinding penyekat atau pipa yang mengarah ke bawah. *Anaerobic Baffled Reaktor* terdiri dari kelompok mikroorganisme yang berbeda-beda. Kelompok pertama adalah *acidogenic* bacteria yang menghidrolisis ikatan polimer kompleks menjadi organic acids, alkohol, gula, hidrogen, dan karbon dioksida. Kelompok kedua adalah bakteri yang memproduksi hidrogen dengan mengkonversi hasil fermentasi dari beberapa bagian (hidrolisis dan asidogenesis) menjadi asam asetat dan karbon dioksida. Kelompok ketiga bakteri metanogenesis yang mengkonversi senyawa sederhana seperti asam asetat, methanol, karbon dioksida, dan hidrogen menjadi metan (Nguyen *et al.*, 2010).

Pencegahan masuknya scum yang terbentuk di aliran *flow-up* dilakukan dengan outlet dari masing-masing tangki diletakkan sedikit dibawah muka air (Sasse *et al.*, 2009). Hal yang paling menguntungkan dari *Anaerobic Baffled Reaktor* adalah kemampuan untuk membagi proses asidogenesis dan metanogenesis pada reaktor, yang mana memungkinkan berbagai macam kelompok bakteri berkembang biak pada kondisi favoritnya (Barber, 1999). *Anaerobic Baffled Reaktor* ini efektif untuk meremoval material organik dan padatan yang tersuspensi, namun tidak efektif untuk meremoval nitrogen, fosfor, dan bakteri patogen (Angenent, 2001).

Perawatan pada unit *Anaerobic Baffled Reaktor* cukup mudah. Tangki *Anaerobic Baffle Reaktor* diharuskan untuk dicek ketinggian scum dan lumpur agar *Anaerobic Baffle Reaktor* ini berfungsi dengan baik. Lumpur pada *Anaerobic Baffle Reaktor* diambil menggunakan tangki penghisap, interval pengambilan lumpur dapat diatur sewaktu mendesain *Anaerobic Baffle Reaktor*. Keunggulan sistem anaerobic ini menghasilkan metana yang mana dapat dibuat sebagai biogas. Produksi biogas pada *Anaerobic Baffle Reaktor* sekitar 60-70% metana dan 30-40% karbon dioksida. Sisanya berupa gas hidrogen, hidrogen sulfida, ammonia, uap air, dan gas lainnya (Droste, 1997). Biogas yang

dihasilkan adalah gas yang dapat digunakan untuk banyak hal. Produk sampingan lain dari *Anaerobic Baffled Reaktor* ini adalah lumpur. Beberapa kasus yang pernah ada menginovasi lumpur untuk di resirkulasi, tetapi ini mengurangi efisiensi removal *Anaerobic Baffled Reaktor* itu sendiri (Barber, 1999). Perencanaan *Anaerobic Baffled Reaktor* ini membutuhkan kriteria desain. Kriteria desain unit *Anaerobic Baffle Reaktor* dapat dilihat pada Tabel 3.12.

Aksesoris tambahan dari *Anaerobic Baffled Reaktor* ini adalah pipa ven. Pipa ven adalah pipa untuk mengalirkan atau mengeluarkan gas-gas yang dihasilkan dari hasil proses anaerobik. *Branch* adalah pipa horizontal dan *stack* adalah pipa tegak. Pipa ven adalah bagian yang penting dari sistem pembuangan. Tujuan dari pemasangan pipa ven adalah mensirkulasi udara dalam proses pembuangan, menjaga kedalaman air agar sesuai dengan yang direncanakan, dan menjaga sekat perangkap dari efek sifon atau tekanan.

Tabel 3.13 Kriteria Desain Anaerobic Baffled Reaktor

No	Parameter	Nilai
1	HRT	> 8 jam
2	Panjang <i>baffle</i>	50 - 60% dari ketinggian
3	<i>Upflow velocity</i>	< 2 m/jam
4	Removal BOD	70 - 95%
5	Removal COD	65 - 90%
6	Organic Loading	< 3 kg COD/m ³ .hari

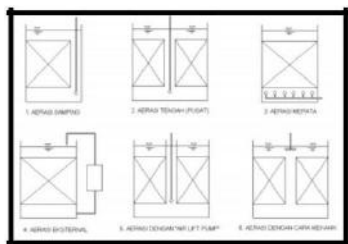
(Sumber: Tchobanoglous et al., 2003)

3.5.4. Aerobic biofilter (AB)

Aerobic biofilter merupakan suatu reaktor pengolahan air limbah secara biologis yang membutuhkan suplai udara dan media sebagai tempat melekat mikroorganisme. Posisi media biofilter tercelup berada di bawah permukaan air. *Aerobic biofilter* umumnya digunakan untuk pengolahan air limbah dengan beban yang rendah.

Mekanisme aerasi dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu aerasi samping, aerasi tengah (pusat), aerasi merata, aerasi eksternal, aerasi dengan *air lift pump*, serta aerasi dengan cara

mekanik. Sistem aerasi yang digunakan tergantung dari jenis media dan efisiensi yang diharapkan. Pada Gambar 3.2 ditunjukkan jenis-jenis metode aerasi.



Gambar 3.2 Sistem Aerasi

Sumber : Hikami, 1992

Sistem aerasi merata banyak digunakan karena memiliki kemampuan penyerapan oksigen yang besar.

Media biofilter dapat berupa material organik atau anorganik. Media biofilter dari bahan organik misalnya dalam bentuk tali, bentuk jaring, bentuk butiran tak teratur (*random packing*), bentuk papan (*plate*), bentuk sarang tawon dan lain-lain. Sedangkan untuk media dari bahan anorganik misalnya batu pecah (*split*), kerikil, batu marmer, batu tembikar, batu bara (kokas) dan lainnya. Pemilihan media mempertimbangkan beberapa kriteria, antara lain: (Ruliasih,2005)

1. Luas permukaan spesifik besar
2. Fraksi volume rongga tinggi
3. Diameter celah bebas besar
4. Tahan terhadap penyumbatan
5. Terbuat dari bahan *inert*
6. Harga murah
7. Kekuatan mekanik baik
8. Ringan
9. Fleksibel
10. Pemeliharaan mudah
11. Kebutuhan energi kecil
12. Sebaiknya berwarna gelap untuk mereduksi cahaya yang masuk ke dalam media, sehingga bakteri nitrifikasi yang sensitive terhadap cahaya akan tetap bekerja dengan baik

13. Bersifat hidrofilik

Pada Tabel 3.14 ditunjukkan pembobotan nilai pada masing-masing jenis media biofilter.

Tabel 3.14 Pembobotan Nilai Media Biofilter

Tipe Media	A	B	C	D	E	F	G
Luas permukaan spesifik	5	1	5	5	5	5	5
Volume rongga	1	1	1	1	4	5	5
Diameter celah bebas	1	3	1	1	2	2	5
Ketahanan terhadap penyumbatan	1	3	1	1	3	3	5
Material	5	5	5	5	5	5	5
Harga per satuan luas	5	3	5	5	4	1	4
Kekuatan mekanik	1	5	1	1	2	2	5
Berat media	2	1	5	5	4	5	5
Fleksibilitas	1	2	3	3	3	4	4
Perawatan	1	1	1	1	3	3	4
Konsumsi energy	2	2	1	5	4	5	4
Sifat dapat basah	5	4	3	3	3	1	2
Total bobot	34	32	28	36	42	41	56

(Sumber : Ruliasih dan Said, 2005)

Keterangan : 1 = Terburuk, 5 = Terbaik

A : Kerikil kecil

B : Kerikil besar

C : *Mash Pad*

D : *Brillo Pad*

E : *Bio Ball*

F : *Random Dumped*

G : Media terstruktur (sarang tawon)

Berdasarkan Tabel 3.14, dapat diketahui bahwa media biofilter terbaik adalah media sarang tawon (Kementerian Kesehatan RI, 2011)

Kriteria desain *Aerobic Biofilter* antara lain:

1. *Organic Loading Rate* (OLR) = $(0,6 - 3,2) \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}$
(Metcalf dan Eddy, 2004)

2. *Hydraulic Loading Rate* (HLR) = $(10 - 75) \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$ (Metcalf dan Eddy, 2004)
3. Kedalaman = $(0,9 - 6) \text{ m}$ (Metcalf dan Eddy, 2004)
4. Waktu detensi (HRT) = $(6 - 8) \text{ jam}$ (Kementerian Kesehatan RI, 2011)
5. Kecepatan *up flow* kurang dari 2 m/jam (Sasse, 1998)

3.6. Sistem Pengelolaan Sampah

3.6.1. Pewadahan Sampah

Pewadahan merupakan penampungan sampah secara sementara yang dihasilkan di sumber sampah baik individual ataupun komunal. Dengan adanya pewadahan yang baik, maka:

- Bau akibat pembusukan sampah yang juga menarik datangnya lalat dapat diatasi
 - Air hujan yang berpotensi menambah kadar air pada sampah dapat diatasi
 - Pencampuran sampah yang tidak sejenis dapat dihindari
 - Memudahkan proses pengumpulan sampah dan tidak membahayakan petugas pengumpul sampah
- Dalam merencanakan pewadahan harus memperhatikan

hal-hal sebagai berikut: (Pandebesie, 2005)

- a) Persyaratan bahan pewadahan harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut:
 - Tidak mudah rusak dan kedap air
 - Mudah untuk dipakai dan ekonomis
 - Mudah dan cepat dikosongkan
- b) Ukuran volume pewadahan ditentukan berdasarkan:
 - Jumlah penghuni
 - Tingkat kehidupan masyarakat
 - Frekuensi pengambilan/pengumpulan sampah
 - Cara pengambilan sampah (manual/mekanik)
 - System pelayanan (individual/komunal)
- c) Penempatan pewadahan secara individual
 - Di halaman depan rumah
 - Mudah diambil
- d) Penempatan pewadahan secara komunal:
 - Tidak mengambil lahan trotoar
 - Tidak dipinggir jalan raya

- Dekat dengan sumber sampah
- Tidak mengganggu pemakai jalan dan sarana umum
- Ditepi jalan besar, pada suatu lokasi yang mudah pengoperasiannya

Menurut Pandebesie (2005), berdasarkan mekanisme penggunaannya, pewadahan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a) Tetap
Model ini disarankan tidak digunakan lagi karena menghambat kecepatan operasional, sulit dikontrol tingkat kebersihannya dan dari segi estetikan kurang baik.
Contoh : Bak sampah dari pasangan batu bata
- b) Semi Tetap
Model ini sering dimanfaatkan untuk menghindari gangguan binatang, bentuk ini masih dianggap lebih baik dari bentuk tetap, tetapi pada umumnya mengalami kesulitan dalam perawatannya.
Contoh : Tong sampah yang menggunakan tiang penyangga terbuat dari besi, plastic, kayu, dll
- c) Tidak Tetap
Model ini sangat fleksibel, tetapi didalam penerapannya harus memperhatikan kondisi social budaya dan dampaknya terhadap lingkungan.
Contoh : Kantong plastik, bin, keranjang, dll

3.6.2. Pengumpulan Sampah

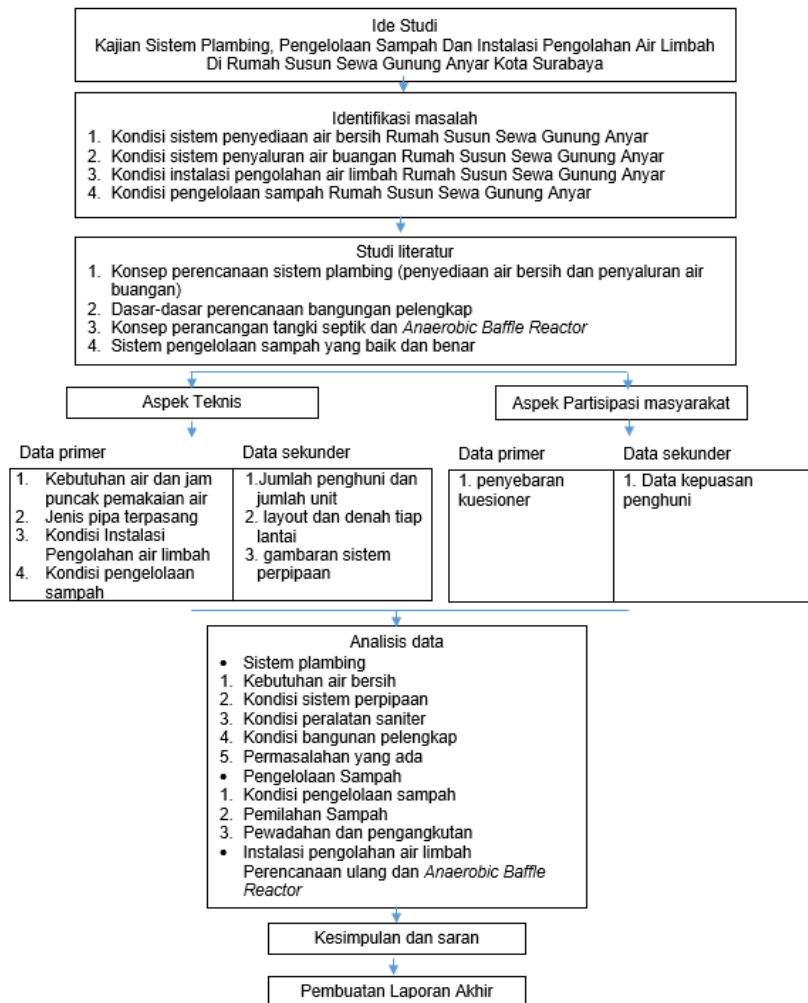
Pengumpulan sampah adalah suatu proses penanganan sampah dengan cara pengumpulan dari tiap-tiap sumber sampah untuk diangkut ke tempat pembuangan sementara (TPS) atau ke pengolahan sampah skala kawasan atau langsung ke tempat pembuangan akhir tanpa melalui proses pemindahan. Istilah-istilah dalam pengumpulan sampah meliputi:

- a) Mengumpulkan (*gathering*) atau mengambil (*pick-up*) sampah dari berbagai macam sumber.
- b) Mengangkut (*handling*) sampah-sampah ke lokasi dimana isi dari alat pengumpulan dikosongkan
- c) Membongkar muatan (*unloading*) alat pengumpul

Fungsi dari pengumpulan sampah adalah semua fasilitas dan peralatan yang digunakan untuk pengumpulan. Sampah dari masing-masing penghasil sampah dan pemindahannya ke tempat pembuangan sementara atau akhir. Kegiatan *handling* atau *unloading* adalah serupa untuk kebanyakan system akan bervariasi dengan karakteristik fasilitas, kegiatan, lokasi dimana sampah dihasilkan, jalan serta peralatan yang digunakan pada tempat penampungan sampah.

BAB IV METODE PERENCANAAN

4.1. Kerangka Perencanaan



4.2. Uraian Tahapan Kegiatan

Rangkaian kegiatan perancangan yang terdapat dalam kerangka perancangan dapat diuraikan sebagai berikut:

4.2.1. Ide Studi

Ide studi yang mendasari penulisan tugas akhir ini adalah Kajian Sistem Plumbing, Pengelolaan Sampah Dan Instalasi Pengolahan Air Limbah Di Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya.

4.2.2. Identifikasi Masalah

Hal ini bertujuan untuk mengetahui masalah yang terjadi pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar.

4.2.3. Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahapan mengumpulkan teori dengan tujuan mendukung proses mengkaji dan sebagai acuan dalam melakukan pengolahan data dan pembahasan. Sumber literatur yang digunakan berupa buku, jurnal, dan lainnya yang memiliki korelasi dengan pelaksanaan kajian. Literatur yang digunakan memiliki bahasan mengenai, konsep perencanaan sistem plumbing, perpipaan air bersih, perpipaan air limbah, bangunan pelengkap seperti tangki dasar dan tangki atap serta pompa. Lalu instalasi pengolahan air limbah berupa *Anaerobic Baffle Reaktor* dan *Aerobic biofilter*, dan sistem pengelolaan sampah yang baik dan benar.

4.2.4. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan untuk mengetahui kondisi lapangan sehingga memudahkan untuk mengkaji, meliputi:

a. Aspek teknis

Data primer

- Kebutuhan air penghuni rumah susun, dengan cara menghitung rekening pembayaran air penghuni. Sedangkan jam puncak untuk menganalisis kebutuhan reservoir dan tangki atap, didapatkan dengan cara mencatat penggunaan air selama 24 jam.
- Jenis pipa terpasang untuk menganalisis kesesuaian kebutuhan pipa dengan pipa yang telah terpasang,

didapatkan dengan mencocokkan hasil survei pada lokasi dengan Gambar as *build drawing*.

- Kondisi instalasi pengolahan air limbah untuk mengetahui elevasi pipa inlet dan outlet dengan cara menggambar ulang sistem perpipaannya, serta mencatat elevasi muka air paling tinggi apabila sedang hujan atau air sedang pasang.
- Kondisi pengelolaan sampah untuk mengetahui timbulan sampah dengan cara menghitung jumlah sampah pada *shaft* per hari, dan mengumpulkan data dari kuisisioner mengenai ketersediaan penghuni melakukan pemilahan sampah.

Data Sekunder

- Jumlah penghuni didapatkan dari data pengurus Rumah Susun Sewa Gunung Anyar yang diperoleh dari pengurus Rusunawa Gunung Anyar, digunakan untuk mengetahui konsumsi air yang digunakan.
- Data layout dan denah tiap lantai yang diperoleh dari as *build drawing* rumah susun, digunakan untuk mengetahui tata letak.
- Data Gambar sistem perpipaan yang diperoleh dari as *build drawing* rumah susun, digunakan untuk mengkaji sistem perpipaan eksisting.

b. Aspek Partisipasi Masyarakat

Kuisisioner digunakan untuk mendapatkan data dari partisipasi masyarakat berupa data fluktuasi air dalam satu hari pada Rumah Susun Sewa gunung Anyar. Tingkat kepuasan penghuni terhadap sarana dan prasarana. Kesediaan penghuni untuk melakukan pemilahan kompos dan non kompos. Data persentase penghuni rusunawa yang melakukan pembuangan sampah secara sembarangan ke pipa pembuangan. Teknik pengisian kuesioner dilakukan dengan wawancara dan pengisian langsung. Jumlah responden didasarkan pada perhitungan Slovin sebagai berikut.

$$n = \frac{N}{N(e)^2 + 1}$$

Jumlah responden diambil berdasarkan jumlah KK pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar, dimana dalam satu KK diasumsikan terdapat 5 orang, dan menggunakan batas toleransi

kesalahan sebesar 10%. Berdasarkan metode Slovin didapatkan jumlah responden sebagai berikut.

$$n = \frac{59}{59(0.1)^2 + 1} = 37 \text{ jiwa}$$

4.2.5. Kajian Pada Rumah Susun

Dari dua aspek yang didapatkan datanya tadi dilakukan kajian untuk menemukan penyebab masalah dan juga solusi untuk permasalahan sistem penyediaan air bersih, penyaluran air limbah, pengelolaan persampahan, dan instalasi pengolahan air limbah.

a. Penyediaan Air bersih

- Menghitung kebutuhan air bersih sesuai dengan kebutuhan penghuni dan dibandingkan dengan kondisi eksisting yang ada
- Kondisi sistem perpipaan
Menghitung diameter pipa sesuai dengan jumlah beban yang dilayani dibandingkan dengan diameter yang digunakan.
- Kondisi peralatan saniter
Melihat kondisi peralatan saniter untuk air bersih, seperti kran air dan meter air. Dilihat pada kondisi fisik dan cara kerjanya, dikaji apakah perlu penggantian atau perbaikan dalam penggunaannya.
- Kondisi bangunan pelengkap
 1. Tangki dasar
Menghitung kapasitas tangki dasar sesuai dengan kebutuhan penghuni dan dari jumlah tangki dasar yang ada. Kemudian dibandingkan dengan kebutuhan air bersih secara teori. Mengkaji kondisi fisik dari tangki dasar dan cara pengurasannya.
 2. Tangki atap
Menghitung kapasitas tangki atap sesuai dengan kebutuhan penghuni dan dari jumlah tangki atap yang ada. Kemudian dibandingkan dengan kebutuhan air bersih secara teori. Mengkaji kondisi fisik dari tangki atap dan cara pengurasannya.
 3. Ruang pompa

Menghitung kapasitas pompa secara teori dan kapasitas pompa eksisting. Kemudian dibandingkan dengan kebutuhan air secara teori. Mengkaji cara kerja pompa dan ruang pompa.

- Mengkaji permasalahan yang ada dan memberikan solusi dari permasalahan tersebut.
 - Mengkaji sistem penyediaan air bersih mengacu pada konsep perencanaan digunakan di Indonesia, yaitu SNI 8153-2015 tentang tata cara perencanaan sistem plambing.
- b. Penyaluran air limbah
- Menganalisis hasil dari kuesioner penghuni didapatkan berapa persen penghuni membuang sampah kedalam kloset dan menyumbat pipa penyaluran air limbah.
 - Kondisi sistem perpipaan
 - a. Menghitung diameter pipa sesuai dengan jumlah beban yang dilayani dibandingkan dengan diameter yang digunakan.
 - b. Mengkaji apakah terjadi kebocoran pada pipa dengan mengecek sistem penyaluran air limbah.
 - Kondisi peralatan saniter
Melihat kondisi peralatan saniter untuk air limbah, seperti bak cuci piring, floor drain dan perangkap. Dilihat pada kondisi fisik dan cara kerjanya, dikaji apakah perlu penggantian atau perbaikan dalam penggunaannya.
 - Mengkaji permasalahan yang ada dan memberikan solusi dari permasalahan tersebut.
 - Mengkaji sistem penyaluran air limbah mengacu pada konsep perencanaan digunakan di Indonesia, yaitu SNI 8153-2015 tentang tata cara perencanaan sistem plambing.
- c. Instalasi Pengolahan Air Limbah
- Kondisi eksisting instalasi pengolahan air limbah yang tergenang saat muka air sungai pasang dan saat hujan, dikarenakan outlet pipa yang berada dibawah muka air saat hujan dan saat pasang. Merencanakan ulang unit dan sistem perpipaan *Anaerobic Baffle Reaktor* dan *Aerobic Biofilter* dengan mengacu pada elevasi tertinggi muka air saat hujan.
- d. Pengelolaan sampah
- Melakukan kajian pengelolaan sampah mulai dari mengkaji kondisi eksisting pengelolaan sampah, analisis timbulan

sampah yang dilakukan dengan cara sampling langsung dan kuisioner, analisis komposisi sampah untuk mengetahui berapa persen sampah kompos dan sampah non kompos, serta dapat menghitung pengurangan jumlah sampah apabila dilakukan pemilihan sampah oleh penghuni. Sistem pengangkutan oleh dump truck dengan cara menghitung kemampuan pewadahan sampah menampung sampah per harinya.

4.2.6. Kesimpulan dan saran

Kesimpulan dibuat setelah melakukan semua proses kajian dan mendapatkan solusi dari pada masalah yang ada, dan kesimpulan ini bertujuan untuk mendapatkan suatu kalimat singkat, padat, dan jelas yang dapat memberikan gambaran jelas terhadap kajian yang dibahas. Saran yang dibuat dalam evaluasi ini bertujuan untuk memberikan masukan pada pengurus Rumah Susun Sewa Gunung Anyar dan pihak Dinas terkait sehingga diharapkan dapat memberikan sumbangan dalam usaha pengembangan dan perbaikan dimasa yang akan datang.

BAB V

PEMBAHASAN DAN HASIL

5.1. Survei Kepuasan dan Penggunaan Air

Survei yang dilakukan berupa penyebaran kuesioner yang diberikan kepada penghuni Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya serta melakukan observasi pola penggunaan air.

5.1.1. Hasil Survei Kepuasan Penghuni

Hal pertama sebelum melakukan kegiatan survei menggunakan kuesioner adalah menentukan jumlah sampel. Jumlah sampel dapat dilakukan dengan cara perhitungan statistik dengan menggunakan rumus Slovin. Rumus Slovin digunakan untuk menentukan ukuran sampel dari populasi yang telah diketahui jumlahnya. Rumus slovin adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{N(e)^2 + 1}$$

Dimana:

n = jumlah sampel

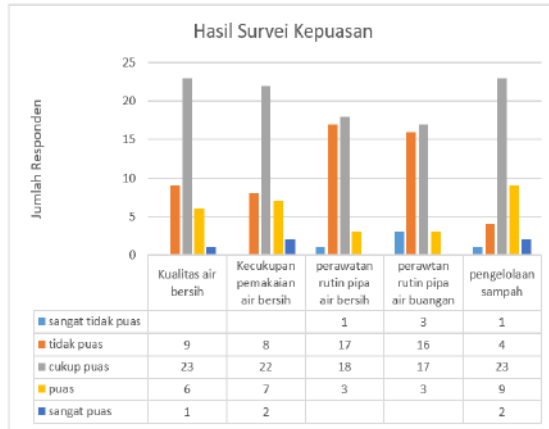
N = jumlah populasi

e = batas toleransi kesalahan

maka, jumlah sampel yang harus disurvei dengan batas toleransi kesalahan sebesar 10% adalah

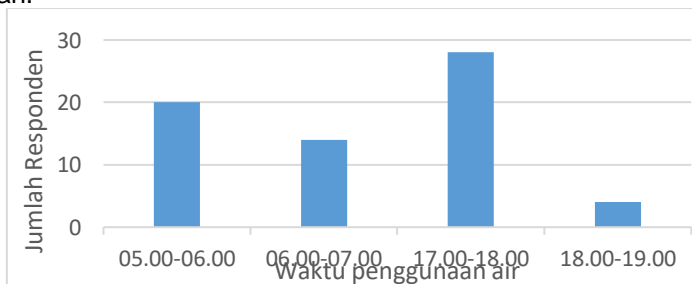
$$n = \frac{59}{59(0.1)^2 + 1} = 37 \text{ KK}$$

Didapatkan jumlah sampel adalah 37 KK, akan tetapi dilakukan survey terhadap 38 KK sehingga data yang didapat semakin akurat, dengan penghuni lantai 2-4 sebanyak 10 unit dari 16 unit dan lantai 5 sebanyak 8 unit dari 16 unit per lantainya. Kuesioner dapat dilihat pada lampiran A. Sedangkan hasil survei kepuasan dapat dilihat pada Gambar 5.1 hingga 5.10.



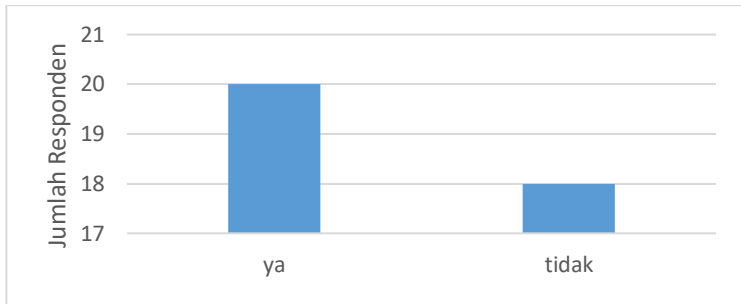
Gambar 5.1 Hasil Kepuasan Penghuni Terhadap Sarana Prasarana Rumah Susun Sewa Gunung Anyar

Dari Gambar 5.1 tersebut dapat dilihat bahwa banyak penghuni yang merasa cukup puas terhadap utilitas yang ada pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar, akan tetapi pada point perawatan rutin pipa air bersih dan point perawatan rutin pipa air limbah banyak penghuni yang tidak puas terhadap utilitas dan juga pelayanan dari pengurus Rumah Susun Sewa Gunung Anyar. Sehingga perlu dilakukan kajian lebih lanjut terhadap utilitas Rumah Susun Sewa Gunung Anyar agar penghuni merasakan sangat puas terhadap utilitas yang ada, utilitas seperti perpipaian air bersih, air limbah, pengolahan air limbah dan pengelolaan sampah.



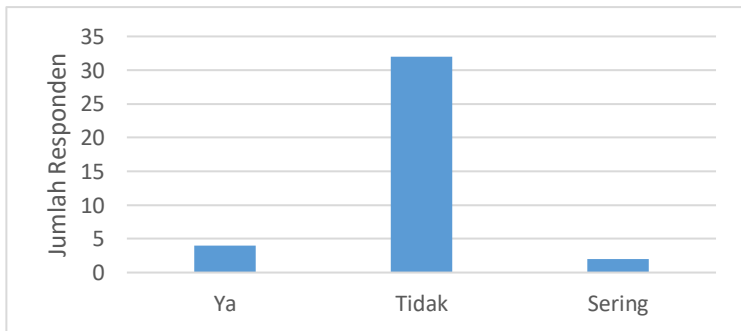
Gambar 5.2 Waktu Penggunaan Air Terbanyak

Dari Gambar 5.2 hasil kuesioner didapatkan data waktu penggunaan air terbanyak penghuni, hasil kuesioner tersebut untuk mendapatkan jam puncak dari penggunaan air penghuni. Penggunaan air paling banyak pada pagi hari yakni pada pukul 05.00-06.00 dan pada sore hari pada pukul 17.00-18.00.



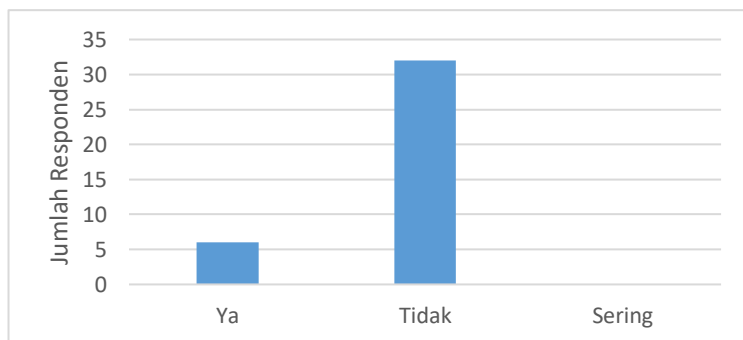
Gambar 5.3 Laju Debit Air Bersih

Dari Gambar 5.3 hasil kuesioner bertujuan untuk mendapatkan data mengenai debit air pada saat jam puncak, 20 responden menjawab mengalami pengecilan debit dan 18 responden tidak mendapati debit menjadi kecil saat jam puncak.



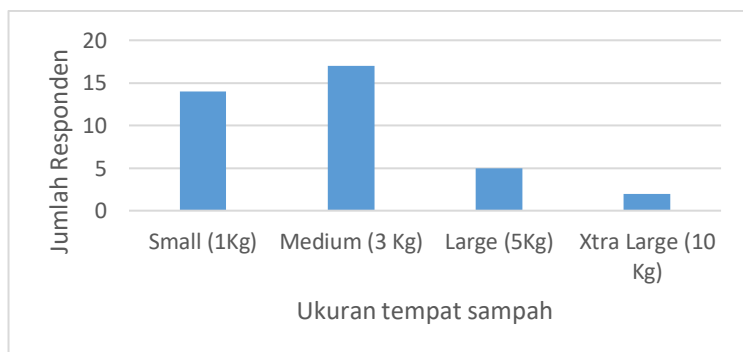
Gambar 5.4 Kondisi Flushing Tangki Gelontor

Dari Gambar 5.4 didapatkan data mengenai kondisi flushing daripada tangki gelontor, terdapat 6 kamar penghuni yang mengalami tangki gelontor susah untuk di flushing.



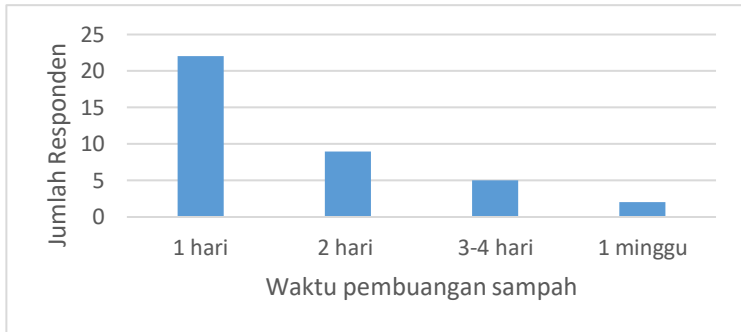
Gambar 5.5 Kebiasaan Penghuni Membuang Sampah

Dari Gambar 5.5 didapatkan data penghuni yang membuang sampah ke pipa pembuangan, dan didapatkan 6 penghuni yang memiliki kebiasaan membuang sampah ke pipa pembuangan.



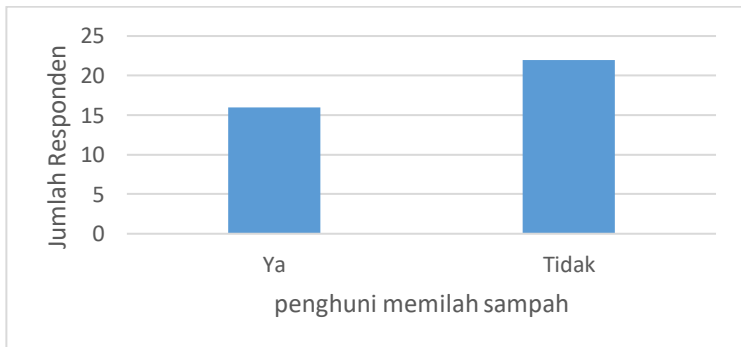
Gambar 5.6 Ukuran Tempat Sampah Penghuni

Dari Gambar 5.6 dapat dilihat data ukuran tempat sampah yang digunakan penghuni. Terdapat 14 penghuni yang menggunakan ukuran tempat sampah dengan volume 1 Kg, 17 penghuni menggunakan ukuran tempat sampah dengan volume 3 Kg, 5 penghuni menggunakan ukuran tempat sampah 5 Kg, dan 2 penghuni menggunakan ukuran tempat sampah 10 Kg.



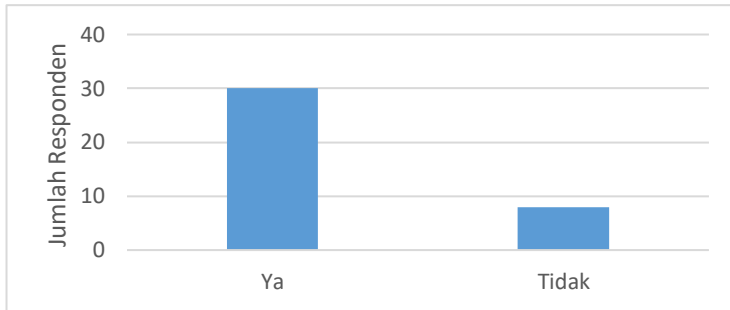
Gambar 5.7 Waktu Pembuangan Sampah

Dari Gambar 5.7 dapat hasil kuesioner didapatkan waktu penghuni membuang sampah ke *shaft* sampah. Berdasarkan hasil Gambar 5.6 penghuni yang menggunakan ukuran tempat sampah *large* dan *extra large* memiliki waktu membuang sampah yang lebih lama antara 3-4 hari hingga 1 minggu.



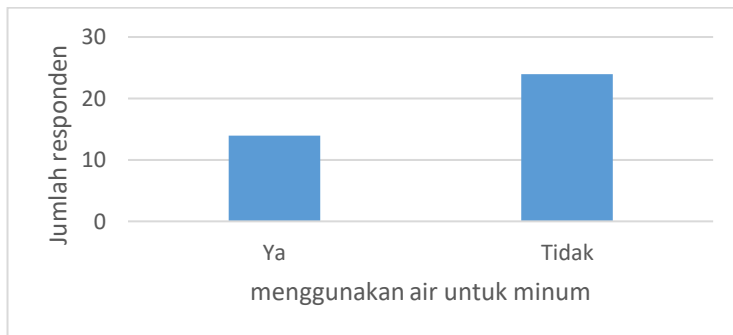
Gambar 5.8 Jumlah Penghuni Memilah Sampah

Dari hasil kuesioner Gambar 5.8 didapatkan data mengenai kondisi eksisting penghuni yang sudah melakukan pemilahan sampah kompos dan non kompos didapatkan hampir setengah responden yakni 16 penghuni yang sudah melakukan pemilahan.



Gambar 5.9 Kesiediaan Penghuni untuk Pengadaan Peraturan Pemilahan Sampah

Dari hasil kuesioner Gambar 5.9 didapatkan data penghuni yang bersedia apabila pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar diadakan sistem 3R. di dapatkan hampir seluruh penghuni menyetujui apabila pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar di buat peraturan dan juga diadakan pemilahan sampah untuk berikutnya sampah tersebut dimanfaatkan atau dijual yakni 30 penghuni yang setuju.

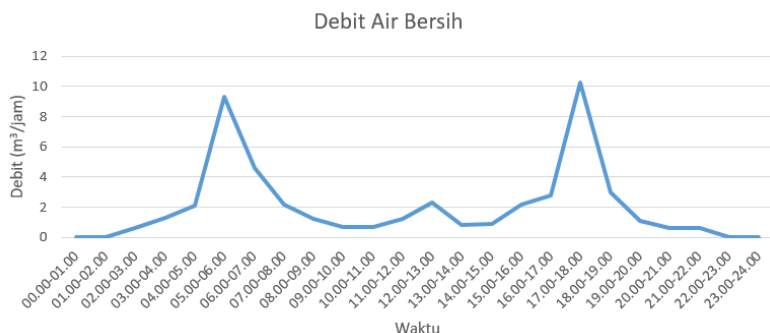


Gambar 5.10 Penghuni Yang Minum Menggunakan Air Tandon

Dari Gambar 5.10 hasil kuesioner didapatkan data penghuni yang menggunakan air dari tandon untuk diminum. Terdapat 14 penghuni yang menggunakan air dari tandon untuk kemudian di minum.

5.1.2. Pola Penggunaan Air

Berdasarkan pengamatan meteran induk, penghuni Rumah Susun Sewa Gunung Anyar lebih banyak menggunakan air pada waktu pagi hari pukul 05.00-06.00, sedangkan waktu sore hari pada pukul 17.00-18.00 yang dapat dilihat pada Gambar 5.11 dan Tabel 5.1. Data tersebut didukung dengan hasil survei menggunakan kuisioner yang terdapat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.11 Pola Pemakaian Air Tiap Jam

Tabel 5.1 Pola Pemakaian Air Tiap Jam

jam	meter air (m3)	Q air bersih (m3/jam)
00.00-01.00	43832.5	0
01.00-02.00	43832.5	0
02.00-03.00	43833.1	0.6
03.00-04.00	43834.4	1.3
04.00-05.00	43836.5	2.1
05.00-06.00	43845.8	9.3
06.00-07.00	43850.4	4.6
07.00-08.00	43852.6	2.2
08.00-09.00	43853.8	1.2
09.00-10.00	43854.5	0.7
10.00-11.00	43855.2	0.7
11.00-12.00	43856.4	1.2
12.00-13.00	43858.7	2.3

jam	meter air (m3)	Q air bersih (m3/jam)
13.00-14.00	43859.5	0.8
14.00-15.00	43860.4	0.9
15.00-16.00	43862.6	2.2
16.00-17.00	43865.4	2.8
17.00-18.00	43875.7	10.3
18.00-19.00	43878.7	3
19.00-20.00	43879.8	1.1
20.00-21.00	43880.4	0.6
21.00-22.00	43881	0.6
22.00-23.00	43881	0
23.00-24.00	43881	0
Q rata-rata (m3/jam)		2.020833333
Q total		49

5.2. Kajian Sistem Penyediaan Air Bersih

Tujuan terpenting dari sistem penyediaan air bersih adalah menyediakan air bersih yang dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari terutama untuk air minum. Dalam penyediaan tersebut harus memenuhi persyaratan seperti:

- **Kualitas**
Air bersih yang digunakan untuk air minum harus memenuhi beberapa standar kualitas yang telah ditentukan seperti sifat fisik, kimia dan bakteriologis. Penentuan standar kualitas air bersih bertujuan untuk mencegah gangguan kesehatan yang disebabkan oleh mutu air yang ada.
- **Kuantitas**
Kuantitas air bersih berhubungan dengan banyaknya air bersih yang harus disediakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih setiap orang. Banyaknya air bersih yang diperlukan setiap orang dinyatakan dalam jumlah kebutuhan air per orang per hari (l/orang/hari).
- **Kontinuitas**
Kontinuitas air berhubungan dengan kemampuan untuk memenuhi kebutuhan air bersih tiap saat. Untuk itu

diperlukan sistem penyediaan air yang dapat melayani pemakai dengan cepat pada saat yang diperlukan.

Rumah Susun Sewa Gunung Anyar menggunakan air bersih yang berasal dari PDAM Surabaya. Jika dilihat dari persyaratan kualitas, air PDAM telah memenuhi standar air bersih. Berdasarkan kuantitasnya, daerah Gunung Anyar termasuk daerah yang memiliki tekanan air sedang, sehingga air PDAM akan selalu tersedia. Namun dilihat dari kontinuitasnya, terdapat beberapa masalah pada sistem plambing air bersih di Rumah Susun Sewa Gunung Anyar, yaitu terjadinya pengecilan debit pada saat jam puncak. Adapun kajian sistem penyediaan air bersih dilakukan dari mengkaji kebutuhan air bersih, tangki dasar, *rooftank*, dimensi perpipaan dan pompa

5.2.1. Kualitas Air Bersih

Air bersih yang digunakan untuk air minum harus memenuhi beberapa standar kualitas yang telah ditentukan seperti sifat fisik, kimia dan bakteriologis. Penentuan standar kualitas air bersih bertujuan untuk mencegah gangguan kesehatan yang disebabkan oleh mutu air yang ada.

Untuk mendapatkan kualitas dari pada air bersih pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar, maka dilakukan sampling air bersih dari kran penghuni untuk kemudian di bandingkan dengan standar baku mutu air bersih. Berikut merupakan hasil uji laboratorium dari sampling air bersih:

Tabel 5.2 Hasil Uji Laboratorium Kualitas Air bersih

No	Parameter	Satuan	Hasil analisa	Baku mutu	
				Air Minum	Air Higien Sanitasi
1	pH	(-)	7,30	6,5-8,5*	6,5-8,5**
2	Total koliform	MPN/100 mL	70	0*	50**
3	Aluminium	mg/L Al	0,08	0.2*	1**
4	Sisa klor	mg/L	0.175	0,2-1*	0,3**
5	Kekeruhan	NTU	7	5*	25**

No	Parameter	Satuan	Hasil analisa	Baku mutu	
				Air Minum	Air Higiene Sanitasi
6	Rasa dan Bau	(-)	Tidak berbau dan berasa	Tidak berbau dan tidak berasa*	Tidak berbau dan tidak berasa**

Catatan:*) Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010

**) Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017

Dari data pada Tabel 5.2 diatas, didapatkan hasil analisa kualitas air bersih dan terdapat beberapa parameter yang tidak memenuhi baku mutu yakni total koliform, sisa klor dan juga kekeruhan, parameter tersebut menandakan bahwa kualitas air untuk diminum pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar telah tercemar dan tidak aman untuk dikonsumsi, dimungkinkan pada air terdapat bakteri patogenik dan juga air tercampur dengan pasir atau tanah. Pada parameter kekeruhan, sisa klor dan total koliform tidak sesuai dengan baku mutu dapat diakibatkan karena tidak adanya jadwal rutin pembersihan dan pembubuhan klor pada tandon dan tangki dasar oleh pihak pengurus Rumah Susun Sewa Gunung Anyar.

Di Rumah Susun Sewa Gunung Anyar tidak ada penjadwalan pembersihan tangki dasar dan tangki atap, pembersihan hanya akan dilakukan apabila terjadi masalah seperti pipa bocor, maka pihak pengelola sekaligus melakukan pembersihan. Sedangkan berdasarkan SNI 03-6481-2000, diwajibkan adanya pembersihan desinfeksi sistem plambing yang dapat dilakukan dengan:

1. Diisi larutan yang mengandung 50 mg/L khlor (Cl) dan dibiarkan selama 24 jam sebelum dibilas dan digunakan atau dipakai kembali; atau
2. Diisi larutan yang mengandung 200 mg/L khlor (Cl) dan dibiarkan selama 1 jam sebelum dibilas dan digunakan atau dipakai kembali; atau

3. Tangki penyediaan air minum yang tidak dapat didesinfeksi dengan cara 1 atau 2 tersebut diatas, seluruh bagian dalamnya harus dioles dengan larutan yang mengandung 200 mg/L khlor dan dibiarkan selama 1 jam sebelum dibilas dan digunakan kembali.

Dari cara pembersihan yang dilakukan oleh warga tidak sesuai dengan SNI, hal ini dikarenakan tidak adanya sosialisasi dari pemerintah.

5.2.2. Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan kebutuhan air bersih ini dengan metode menjumlahkan pembayaran tagihan air setahun yang dibayar oleh UPT pengelola Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya dengan membagi harga satuan permeter kubik penggunaan air yang ditetapkan pihak PDAM Kota Surabaya. Biaya tagihan air perbulan yang dibayar oleh UPT pengelola dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Biaya Tagihan Air Tahun 2017

Bulan	Biaya Tagihan (Rupiah)
Januari	Rp 1,195,000.00
Februari	Rp 1,165,000.00
Maret	Rp 1,175,000.00
April	Rp 1,184,000.00
Mei	Rp 1,158,000.00
Juni	Rp 1,130,000.00
Juli	Rp 1,161,000.00
Agustus	Rp 1,150,000.00
September	Rp 1,125,000.00
Oktober	Rp 1,151,000.00
November	Rp 1,120,000.00
Desember	Rp 1,260,000.00
Total	Rp 13,974,000.00

Sumber : UPT Rumah Susun Sewa Gunung Anyar, 2017

Pada tahun 2017, total pengeluaran untuk biaya tagihan air sebesar Rp 13,974,000.00. Menurut Peraturan Walikota Surabaya No.55 tahun 2005 Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya termasuk kelompok pelanggan I dengan tarif air sebesar Rp 600.00/m³. Namun UPT pengelola rumah susun tersebut menjadikan tarif air menjadi Rp 1000.00/m³ untuk biaya operasi dan pemeliharaan pompa. Sehingga perhitungan kebutuhan air adalah:

Rata-rata pembayaran per bulan :

$$\frac{\text{Rp } 13,974,000.00}{12 \text{ bulan}} = \text{Rp } 1,164,500.00$$

Volume pemakaian air per bulan :

$$\frac{\text{Rp } 1,164,500.00}{\text{Rp } 1,000.00/\text{m}^3} = 1164.50 \text{ m}^3/\text{bulan}$$

Pemakaian air per unit per hari :

$$\frac{1164.50 \text{ m}^3/\text{bulan}}{59 \text{ unit} \times 30 \text{ hari}} = 0.66 \text{ m}^3/\text{unit}/\text{hari}$$

Pemakaian air per orang :

$$\frac{0.66 \text{ m}^3/\text{unit}/\text{hari}}{5 \text{ orang}/\text{unit}} = 0.13 \text{ m}^3/\text{orang}/\text{hari}$$

$$= 130 \text{ L/orang}/\text{hari}$$

Adapun pemakaian air rata-rata per orang sebanyak 130 L/orang/hari sangatlah besar untuk penghuni Rumah Susun Sewa. Namun hal tersebut wajar dikarenakan alat plambing yang terdapat pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya memakai kran dan kloset biasa yang membutuhkan air lebih banyak.

Setelah didapatkan pemakaian air rata-rata per orang, maka perlu dilakukan kajian terhadap kebutuhan air tersebut berdasarkan jumlah penghuni dan pegawai yang berada di Rumah Susun Sewa Gunung Anyar tersebut. Jumlah penghuni sebanyak 295 orang sedangkan pegawai sebanyak 6 orang sehingga jumlah orang sebanyak 301 orang. Dari jumlah tersebut didapatkan pemakaian air rata-rata/hari (Q₁) :

$$\begin{aligned} Q_1 &= \text{Jumlah penghuni} \times \text{Pemakaian air} \\ &= 301 \text{ orang} \times 0.13 \text{ m}^3/\text{orang}/\text{hari} \\ &= 39.61 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Diperkirakan tambahan pemakaian air untuk menyiram tanaman, mengatasi kebocoran dan lain-lainnya sehingga untuk pemakaian air rata-rata per hari (Q_d) :

$$\begin{aligned} Q_d &= (100\% + \text{Tambahan pemakaian air}\%) \times Q_1 \\ &= (100\% + 20\%) \times 39.61 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 47.53 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Penghuni Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya mayoritas ekonomi menengah kebawah dengan waktu kerja pagi jam 7 hingga sore jam 4, sehingga diasumsikan pemakaian air sebanyak 10 jam/hari.

$$\begin{aligned} Q_h &= \frac{Q_d}{t} \\ &= \frac{47.52 \text{ m}^3/\text{hari}}{10 \text{ jam}/\text{hari}} \\ &= 4.75 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Selanjutnya dihitung pemakaian air pada jam puncak ($Q_{h-\max}$), pemakaian air pada hari puncak ($Q_{d-\max}$) dan dengan persamaan :

$$\begin{aligned} Q_{h-\max} &= Q_h \times C_1 \\ Q_{m-\max} &= \frac{Q_h}{60} \times C_2 \end{aligned}$$

Dimana C_1 merupakan konstanta yang berkisar 1.5 - 2.0, sedangkan C_2 merupakan konstanta yang berkisar antara 3.0 - 4.0. Sehingga C_1 untuk Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya yang didapatkan dari data Gambar 5.10 adalah 2, sedangkan C_2 adalah 3. Sehingga hasil perhitungannya :

$$\begin{aligned} Q_{h-\max} &= 4.75 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 = 9.51 \text{ m}^3/\text{jam} \\ Q_{m-\max} &= \frac{4.75 \text{ m}^3/\text{jam}}{60} \times 3 = 0.24 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

5.2.3. Tangki Dasar

Kajian pada tangki dasar dilihat dari kapasitas tangki, cara kerja pengoperasiannya, dan cara pembersihannya.

a. Kapasitas

Pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya, air bersih yang digunakan 100% bersumber dari PDAM Kota Surabaya. Air tersebut ditampung pada sebuah tangki dasar yang

terdapat pada setiap gedungnya dengan ukuran panjang 18 m, lebar 4 m dan kedalaman 4 m akan tetapi untuk kedalaman yang dapat terisi dengan air hanya 3 m, dikarenakan 1 meter digunakan untuk memeriksa kondisi tangki dasar dan debit air pada tangki dasar, sehingga volume air yang dapat ditampung pada tangki dasar yakni 216 m³. Tangki dasar akan selalu terisi penuh setiap jam dengan suplai dari PDAM. Tangki dasar terletak dibelakang gedung dapat dilihat pada Gambar 5.12.



Gambar 5.12 Tangki Dasar Eksisting

Berdasarkan perhitungan tangki dasar dengan menggunakan rumus, data yang dibutuhkan untuk perhitungan adalah nilai kapasitas pipa dinas (Q_s), dimana untuk mendapatkannya dilakukan dengan perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_s &= \frac{\text{kebutuhan air rata - rata}}{24 \text{ jam}} \\
 &= \frac{47.52 \text{ m}^3/\text{hari}}{24 \text{ jam}} \\
 &= 1.98 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Penggunaan air pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar hanya 10 jam sedangkan suplai selama 24 jam, sehingga tangki dasar harus mampu menampung air 14 jam dari suplai PDAM. Sehingga perhitungan kapasitas tangki dasar adalah :

$$\begin{aligned}
 V_R &= Q_d - (Q_s \times T) + V_f \\
 &= 47.52 \text{ m}^3/\text{hari} - (1.98 \text{ m}^3/\text{hari} \times 10 \text{ jam/hari}) + V_f \\
 &= 27.72 \text{ m}^3 + V_f
 \end{aligned}$$

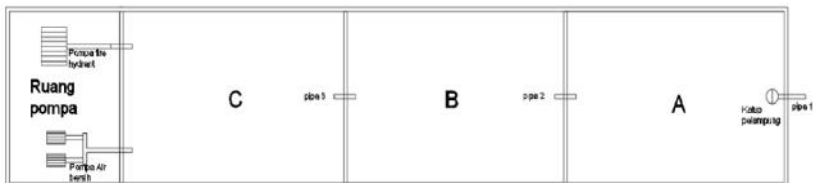
* V_f = Cadangan air untuk pemadaman kebakaran akan dibahas pada point 5.2.4

Kapasitas Tangki dasar eksisting memiliki kapasitas 216 m^3 sedangkan berdasarkan perhitungan kapasitas yang harus tersedia untuk menampung kebutuhan air bersih sebesar 27.72 m^3 . Berdasarkan perencanaan awal tangki dasar tersebut juga digunakan untuk menampung kebutuhan air bersih dan cadangan air untuk pemadam kebakaran. Kapasitas Tangki dasar akan dibahas lebih lanjut pada point 5.2.4.

b. Cara Kerja Pengoperasian

Cara pengoperasian tangki dasar Rumah Susun Sewa Gunung Anyar adalah sebagai berikut (sesuai dengan Gambar 5.13) :

1. Air dari PDAM melalui pipa 1 masuk pada bak A.
2. Lalu dialirkan melalui pipa 2 ke bak B dan pipa 3 ke bak C.
3. Air yang telah tertampung pada bak C kemudian dipompa ke tandon atap



Gambar 5.13 Tangki Dasar dengan Katup Pelampung

Tangki dasar telah menggunakan katup pelampung untuk suplai air PDAM yang masuk ke tangki dasar, seperti pada Gambar 5.2. Dengan menggunakan katup pelampung ini maka secara otomatis air akan masuk ke tangki dasar pada saat tangki kosong. Namun keadaan eksisting pada bak C terjadi kebocoran seperti pada Gambar 5.14, hal tersebut akan mengakibatkan mengalirnya terus menerus air dari PDAM dan juga apabila tidak segera diperbaiki maka kekuatan tembok lambat laun akan semakin berkurang dan lubang pada tembok akan semakin membesar.



Gambar 5.14 Tangki Dasar Bocor

5.2.4. Kebutuhan Air Untuk Fire Hydrant

Pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar, sistem *fire hydrant* dalam gedung eksisting dapat dilihat pada Gambar 5.15 dan Tabel 5.4.



Gambar 5.15 Box Hydrant Dalam Gedung

Tabel 5.4 Sistem Fire Hydrant Dalam Gedung Eksisting

No	Instalasi Hydrant Tiap Lantai	Jumlah
1	Box Hydrant (Fire Hose Reel)	10
2	Portable Fire Extinguisher	10

Untuk sistem *fire hydrant* luar gedung eksisting dapat dilihat pada Gambar 5.16 dan Tabel 5.5.



Gambar 5.16 Box Hydrant dan Pillar Hydrant Luar Gedung

Tabel 5.5 Sistem Fire Hydrant Luar Gedung Eksisting

No	Instalasi Hydrant Tiap Lantai	Jumlah
1	Outdoor Box Hydrant	3
2	Pillar Hydrant	3

Kebutuhan air untuk *fire hydrant* ditetapkan berdasarkan jumlah dan jenis alat *fire hydrant*. Perhitungan kebutuhan air adalah sebagai berikut :

1. *Box Hydrant* dalam gedung

$$Q = 400 \text{ L/menit}$$

$$T = 15 \text{ menit}$$

$$N = 10 \text{ buah}$$

$$V = Q \times t \times n$$

$$\begin{aligned} V &= 400 \text{ L/menit} \times 15 \text{ menit} \times 10 \text{ buah} \\ &= 60000 \text{ Liter} \\ &= 60 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. *Pillar Hydrant* luar gedung

$$Q = 800 \text{ L/menit}$$

$$T = 30 \text{ menit (asumsi waktu kedatangan pemadam)}$$

$$N = 3 \text{ buah}$$

$$V = Q \times t \times n$$

$$\begin{aligned} V &= 800 \text{ L/menit} \times 30 \text{ menit} \times 3 \text{ buah} \\ &= 72000 \text{ Liter} \\ &= 72 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Maka kebutuhan air untuk *fire hydrant* adalah sebesar = $60 \text{ m}^3 + 72 \text{ m}^3 = 132 \text{ m}^3$

Berdasarkan perhitungan kebutuhan air *fire hydrant*, dapat dihitung kapasitas tangki dasar, tujuannya untuk mengatasi kekurangan air jika terjadi kebakaran.

$$\begin{aligned}V_R &= V_{\text{air bersih}} + V_f \\V_R &= 27.72 \text{ m}^3 + 132 \text{ m}^3 \\&= 159.72 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Tangki dasar eksisting mampu menampung air hingga 216 m^3 , sehingga tangki dasar mampu menutupi kebutuhan air yang dibutuhkan 1 gedung Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya.

5.2.5. Kapasitas Tangki atap

Pada gedung A Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya, air bersih dari tangki dasar dipompa menuju ke tangki atap yang berada dilantai teratas pada bangunan. Tangki atap pada gedung A Rumah Susun Sewa Gunung Anyar berupa tandon yang terbuat dari bahan plastik yang dapat dilihat pada Gambar 5.17. Terdapat 2 tangki atap dengan kapasitas tangki atap sebesar 4100 L. Total kapasitas tangki atap yaitu 8200 L atau 8.2 m^3 . Pemompaan ke tangki atap tersebut dilakukan otomatis apabila air pada tangki atap mencapai level rendah.



Gambar 5.17 Tangki atap Eksisting

Tangki atap tersebut harus mampu menampung air disaat pemakaian puncak. Pemakaian puncak air bersih sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 V_{rt} &= 8.2 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Jangka waktu pemompaan} &= V_{rt} / Q \text{ pompa} \\
 &= 8.2 / 0.15 \\
 &= 60 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Kapasitas tangki atap eksisting memiliki kapasitas 8.2 m³, berdasarkan perhitungan jangka waktu kebutuhan untuk memenuhi tangki atap dengan pompa berkapasitas 150 L/menit adalah 60 menit. Namun kebutuhan air saat puncak adalah 9.51 m³/jam. Sehingga kapasitas dari tangki atap tersebut tidak sesuai dengan kebutuhan.

Ada 2 alternatif untuk mengatasi hal tersebut, alternatif pertama menambah tangki atap namun menambah beban dari struktur bangunan. Alternative kedua adalah menambahkan debit pemompaan namun menambah biaya dari *operational* dan *maintenance*. Sehingga untuk mengatasi hal tersebut dipilihlah alternatif kedua dikarenakan tidak diketahui apakah bangunan tersebut dapat menerima tambahan beban yang dapat mempengaruhi struktur bangunan.

Pada keadaan eksisting terdapat 2 pompa, 1 pompa digunakan dan 1 pompa untuk cadangan. Maka untuk mengatasi permasalahan tersebut digunakan 2 unit pompa. Perhitungan penambahan debit pemompaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas pompa} &= 150 \text{ L/menit} \\
 \text{Jumlah pompa digunakan} &= 2 \text{ unit} \\
 \text{Total debit pemompaan} &= 300 \text{ L/menit} \\
 \text{Waktu pemompaan} &= 60 \text{ menit} \\
 \text{Volume} &= T_{pu} + Q_{pu} \\
 &= 60 \text{ menit} \times 300 \text{ L/menit} \\
 &= 18 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Dengan penambahan penggunaan 1 unit pompa dapat mengatasi kekurangan dari penggunaan air puncak dan dapat meringankan jam pemompaan sehingga pompa tidak mudah panas dan rusak.

5.2.6. Dimensi Perpipaan Air Bersih

Pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya, dimensi perpipaan air bersih yang terpasang dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Perpipaan Air Bersih Eksisting

No	Perpipaan	Diameter (inci)
1	Pipa dari GR ke RT (pipa transfer)	3
2	Pipa dari RT ke <i>shaft</i> datar	2.5
3	Pipa dari <i>shaft</i> datar ke tiap lantai	2
4	Pipa datar ke tiap kamar	1

1. Penentuan pipa transfer dari tangki dasar ke tangki atap

Posisi tangki atap sangat mempengaruhi perhitungan diameter pipa, dimana posisi tersebut akan mempengaruhi *headloss* pada kamar paling jauh dari *reservoir*. Sehingga dapat dikatakan jika kamar paling jauh dari *reservoir* sudah memenuhi kebutuhan secara garis besar kamar sebelumnya juga sudah memenuhi. Letak tangki dasar dan tangki atap dapat dilihat pada Gambar 5.18.

Perhitungan dimensi pipa transfer dari tangki dasar ke tangki atap sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Total debit pemompaan} &= 300 \text{ L/menit} \\ &= 5 \text{ L/detik}\end{aligned}$$

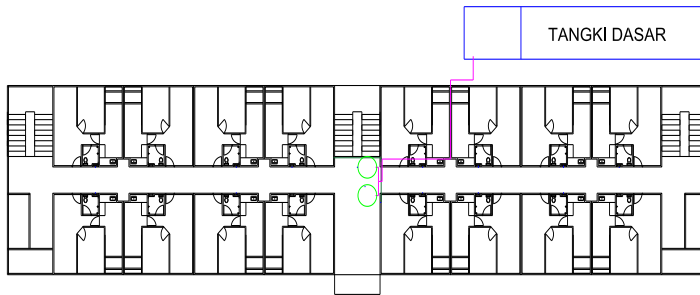
Kecepatan (v) diasumsikan 2 m/detik

$$\begin{aligned}Q &= V \times A \\ D &= \left[\frac{4 \times Q}{\pi \times v} \right]^{1/2} \\ &= \left[\frac{4 \times 0.005}{\pi \times 2} \right]^{1/2} \\ &= 0.056 \text{ m} \approx 56 \text{ mm} \approx 2.2 \text{ inci}\end{aligned}$$

Diameter pasaran yang tersedia = 2.5 inci

Sehingga dilakukan cek kecepatan :

$$\begin{aligned}0.0635 \text{ m} &= \left[\frac{4 \times 0.005}{\pi \times v} \right]^{1/2} \\ &= 1.6 \text{ m/detik} \quad (\text{OK}) \text{ (syarat : } 0.3\text{-}2.5 \text{ m/detik)}\end{aligned}$$



Gambar 5.18 Letak Tangki dasar dan Tangki atap

Berdasarkan perhitungan dimensi pipa transfer dari tangki dasar ke tangki atap memiliki ukuran yang lebih besar daripada perhitungan yakni 3 inci berikut perhitungan kecepatan apabila diameter pipa adalah 3 inci :

cek kecepatan :

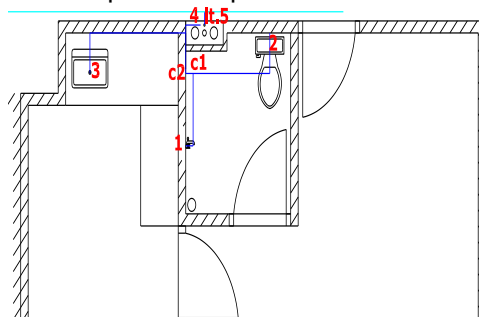
$$0.0762 \text{ m} = \left[\frac{4 \times 0.005}{\pi \times v} \right]^{1/2}$$

$$= 1.1 \text{ m/detik} \quad (\text{OK})(0.3-2.5 \text{ m/detik})$$

Berdasarkan perhitungan dengan diameter pipa eksisting kecepatan aliran masih terpenuhi maka ukuran pipa eksisting sudah sesuai.

2. Penentuan pipa dari tangki atap ke tiap unit

Perhitungan pipa air bersih dari tangki atap ke tiap unit menggunakan perhitungan berdasarkan tabel ekivalen. Alat plambing yang digunakan dan jalur pipa pada tiap unit dalam rumah susun dapat dilihat pada Gambar 5.19



Gambar 5.19 Alat Plambing dan Jalur Pipa Air Bersih

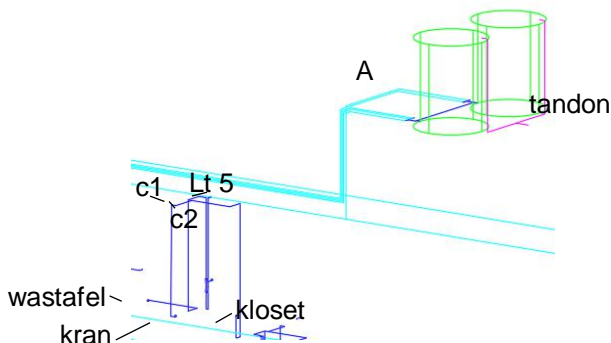
Keterangan :

1. Kran Air
2. Kloset (Katup Gelontor)
3. Sink Dapur
4. Meteran Air

Setelah penentuan jalur dan juga jumlah alat plambingnya maka dapat ditentukan ukuran pipa air masuk alat plambing yang didapat dari Tabel 3.2. Pada tabel tersebut didapatkan bahwa kran air memiliki pipa minimum 20 mm, sink dapur 32 mm dan kloset katup gelontor 32 mm. Kemudian didapatkan nilai ekivalen daripada tiap alat yang didapat dari Tabel 3.3.

Dari tabel tersebut didapatkan bahwa kran air memiliki nilai ekivalen 2.2, sink dapur 2.2 dan kloset 8.1. Setelah didapatkan nilai ekivalen, langkah selanjutnya adalah menentukan faktor pemakaian pada jalur tersebut yang didapat dari Tabel 3.4. Setelah didapatkan faktor pemakaian berikutnya mengkalikan jumlah nilai ekivalen dengan faktor pemakaian. Nilai yang didapat dari faktor perkalian antara nilai ekivalen dan faktor pemakaian ini yang kemudian digunakan untuk penentuan diameter pipa minimum dengan melihat Tabel 3.3.

Perhitungan diameter pipa air bersih kamar 513, lantai 5 dapat dilihat pada Tabel 5.7. Untuk perhitungan semua jalur pada tiap unit rumah susun, sedangkan isometri dapat dilihat pada Gambar 5.20 dan lampiran B.



Gambar 5.20 Isometri Pipa Air Bersih

Tabel 5.7 Perhitungan Pipa Air Bersih

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 5 Kamar 513	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt5	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar - Pipa Cabang Tandon	Ekivalen			lt5-A	200	0.154	30.8	65	65	2 1/2
	Pipa Cabang Tandon - Pipa Tandon				A-tandon	400	0.1173	46.92	80	80	3

Berdasarkan perhitungan pipa datar ke tiap kamar memiliki dimensi yang berbeda-beda namun dimensi pipa datar ke tiap unit eksisting memiliki ukuran dimensi yang sama, yakni 1 inci dan juga pipa dari *shaft* datar ke tiap lantai memiliki ukuran dimensi yang berbeda-beda namun dimensi pipa eksisting memiliki ukuran dimensi yang sama yakni 2 inci. Hal ini tidak menjadi masalah karena dalam pemasangan akan menimbulkan kesulitan penambahan *reducer*, maka biasanya ukuran pipa dibuat sama setelah mencapai diameter terkecil yang diinginkan

Dengan demikian pada beberapa bagian sistem pipa tersebut akan diperoleh diameter yang lebih besar daripada yang ditentukan berdasarkan perhitungan. Sehingga dimensi pipa air bersih eksisting sudah sesuai dengan perhitungan.

5.2.7. Pompa Air Bersih

Pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya, pompa air bersih yang digunakan sebanyak 1 buah dan terdapat 1 buah pompa lagi untuk cadangan. Pompa air bersih dapat dilihat pada Gambar 5.21. Spesifikasi pompa tersebut sebagai berikut :

Merk	: Ebara, 50 x 40 FSH
Kapasitas max	: 150 L/menit
Head	: 40 m



Gambar 5.21 Pompa Air Bersih Eksisting

Sehingga dapat dikaji apakah pompa yang digunakan telah sesuai dengan sistem pemompaan di Rumah Susun Sewa

Gunung Anyar. Kajian dilakukan dengan menghitung kapasitas pemompaan, yaitu berdasarkan debit dan *head* yang dibutuhkan oleh pompa. Jika kapasitas pemompaan telah terpenuhi oleh pompa yang digunakan saat ini maka pompa tersebut dapat digunakan untuk mengalirkan air dari tangki dasar ke tangki atap. Pemompaan yang diinginkan dan *head* pompa yang didapatkan. Dengan melihat Gambar skematik pemompaan Rumah Susun Sewa Gunung Anyar pada Gambar 5.22.



Gambar 5.22 Sketsa Pemompaan Air Bersih

Dapat dilakukan perhitungan kapasitas pompa sebagai berikut :

$$H_p = H_s + H_{f_{total}} + H_{sisa} + H_{f_{pengaruh\ kecepatan}}$$

$$Head\ statik = 21.4\ m$$

$$\begin{aligned} H_{f_{pengaruh\ kecepatan}} &= \frac{v^2}{2 \times g} \\ &= \frac{1.1^2}{2 \times 9.81} \\ &= 0.061\ m \end{aligned}$$

$$Head\ Friksi = \text{mayor losses} + \text{minor losses}$$

$$\text{Mayor losses (Hf)}$$

$$H\ sisa = 2\ meter$$

$$L\ discharge\ total : 43\ meter$$

$$Diameter : 3\ inci \approx 7.62\ cm$$

$$Debit\ pengaliran : 2.5\ L/detik$$

$$\begin{aligned} H_f &= \left(\frac{Q}{0.00155 \times c \times D^{2.63}} \right)^{1.85} \times L \\ &= \left(\frac{2.27\ L/detik}{0.00155 \times 120 \times 7.62^{2.63}} \right)^{1.85} \times 43\ m \\ &= 0.225\ m \end{aligned}$$

$$\text{Minor losses (Hm)}$$

Head akibat 14 belokan 90° (K=0.3)

$$H_m = n \times \left(\frac{K \times v^2}{2g} \right) = 14 \times \left(\frac{0.3 \times 1.1^2}{2 \times 9.81} \right) = 0.25 \text{ m}$$

Head akibat 2 gate valve (K=2)

$$H_m = n \times \left(\frac{K \times v^2}{2g} \right) = 2 \times \left(\frac{2 \times 1.1^2}{2 \times 9.81} \right) = 0.25 \text{ m}$$

Head akibat 2 check valve (K=2)

$$H_m = n \times \left(\frac{K \times v^2}{2g} \right) = 2 \times \left(\frac{2 \times 1.1^2}{2 \times 9.81} \right) = 0.25 \text{ m}$$

Jadi total minor losses adalah: 0.25 + 0.25 + 0.25 = 0.75

m

Maka total H_f yaitu : 0.225 m + 0.75 m = 0.975 m

$H_p = 21,4 \text{ m} + 0.975 \text{ m} + 2 \text{ m} + 0.061 \text{ m} = 24.4 \text{ m}$

Berdasarkan perhitungan *head* pompa sebesar 24.4 meter, sedangkan berdasarkan pompa eksisting mempunyai *head* pompa sebesar 40 meter, sehingga *head* pompa yang berlebih sebesar 15.6 meter. Dengan *head* pompa yang berlebih pompa air bersih sudah sesuai dengan kebutuhan Rumah Susun Sewa Gunung Anyar.

5.3. Kajian Sistem Penyaluran Air limbah

Kajian sistem penyaluran air limbah dilakukan dari mengkaji dimensi perpipaan air limbah dan pipa vent

5.3.1. Dimensi Perpipaan Air limbah

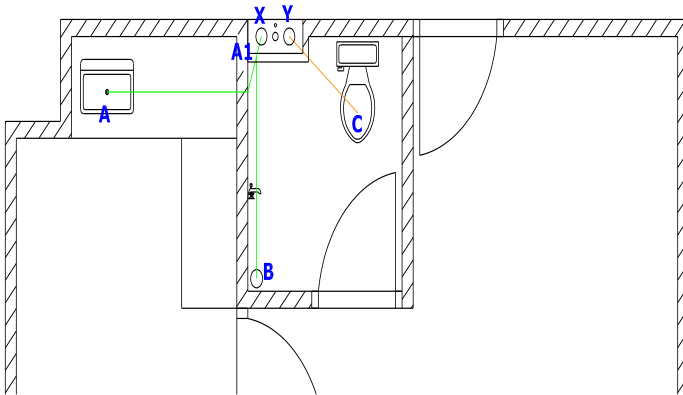
Pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya, dimensi perpipaan air limbah yang terpasang dapat dilihat pada Tabel 5.8

Tabel 5.8 Perpipaan Air limbah Eksisting

No	Perpipaan	Diameter (inci)
1	Pipa Wc ke <i>shaft</i>	3
2	Sink dapur ke <i>shaft</i>	2
3	Floor drain ke <i>shaft</i>	2
4	Pipa <i>shaft</i> (<i>black water</i>)	4
5	Pipa <i>shaft</i> (<i>grey water</i>)	4

Adapun langkah-langkah penentuan dimensi pipa air limbah yaitu:

1. Menentukan apakah sistem air limbah menggabungkan atau memisahkan antara *black water* dan *grey water*.
2. Tentukan jalur tiap sistem pada tiap unit. Jalur setiap sistem tersebut ditentukan karena penentuan dimensi pipa air limbah dilakukan berdasarkan unit alat plambing kumulatif. Jalur tiap sistem penyaluran air limbah dapat dilihat pada Gambar 5.22 sedangkan isometri dapat dilihat pada Gambar lampiran C.
3. Menentukan besarnya beban unit alat plambing dari setiap alat plambing pada setiap jalur yang telah ditetapkan. Nilai UAP dapat dilihat pada Tabel 3.5.
4. Menentukan diameter pipa alat plambing berdasarkan UAP maksimum dari Tabel 3.5. Jika diameter pipa air limbahnya lebih kecil dari diameter perangkat minimumnya maka diambil nilai dari diameter perangkat minimum yang sesuai standar untuk setiap alat plambing. Penentuan diameter pipa air limbah dapat dilihat pada Tabel 5.9 Dan 5.10.



Gambar 5.23 Alat Plambing dan Jalur Pipa Air limbah

Keterangan :

- A. Sink Dapur
- B. Floor Drain
- C. Kloset Tangki Gelontor

Tabel 5.9 Perhitungan Pipa Air limbah Greywater

Jenis	Jalur	Alat Plumbing	UAP	Akumulasi UAP	D pipa Min (mm)	D pipa UAP (mm)	D pipa Pakai (mm)	D pipa pasaran (inci)
Pipa Kamar	A-A1	Sink	2	2	40	32	40	1.5
	B-A1	Floordrain	0.5	0.5	40	32	40	1.5
	A1-X	-	-	2.5	-	40	40	1.5
Pipa Tegak Greywater	L 5-L 4	-	-	2.5	-	40	50	2
	L 4-L 3	-	-	5	-	40	50	2
	L 3-L 2	-	-	7.5	-	40	50	2
	L 2-L 1	-	-	10	-	50	50	2
	L 1-L 0	-	-	10.5	-	50	50	2

Berdasarkan perhitungan, pipa floor drain dan juga pipa sink dapur menuju *shaft* diperbolehkan menggunakan pipa minimum berdiameter 1.5 inci sedangkan pipa eksisting menggunakan 2 inci, sedangkan pipa *shaft greywater* dari lantai 5 hingga 1 diperbolehkan menggunakan pipa minimum berdiameter 2 inci sedangkan pipa eksisting menggunakan 4 inci. Hal tersebut dilakukan untuk faktor keamanan pada penggunaan pipa. Namun penambahan ukuran pipa tegak yang dua kali lipat dapat menimbulkan masalah. Masalah yang timbul yaitu bocornya *elbow* pada pipa tegak, hal ini terjadi karena dengan ukuran pipa maka air limbah akan terjun tanpa adanya hambatan atau gesekan dengan pipa sehingga *elbow* yang ada di ujung pipa tegak akan mengalami kebocoran.

Tabel 5.10 Perhitungan Pipa Air limbah Blackwater

Jenis	Jalur	Alat Plumbing	UAP	Akumulasi UAP	D pipa Min (mm)	D pipa UAP (mm)	D pipa Pakai (mm)	D pipa pasaran (inci)
Pipa Kamar	C-Y	Kloset	8	8	75	75	75	3
Pipa Tegak Blackwater	L 5-L 4	-	-	8	-	75	75	3
	L 4-L 3	-	-	16	-	100	100	4
	L 3-L 2	-	-	24	-	100	100	4
	L 2-L 1	-	-	32	-	100	100	4
	L 1-L 0	-	-	40	-	100	100	4

Berdasarkan perhitungan, didapatkan bahwa pipa eksisting *blackwater* untuk jalur L5-L4 memasang diameter lebih besar untuk faktor keamanan dan juga mengurangi biaya membeli *reducer*.

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa pipa eksisting sudah sesuai dengan perhitungan, sedangkan ada beberapa kamar yang mengalami kloset susah digelontor sesuai dengan hasil kuesioner Gambar 5.4 terdapat 6 kamar yang mengalami hal tersebut. Pada Gambar 5.5 terdapat 6 kamar yang membuang sampah ke dalam saluran pembuangan dan 6 kamar tersebut adalah kamar penghuni yang mengalami kloset susah digelontor. Sehingga dapat disimpulkan bahwa permasalahan kloset susah digelontor hingga air dari kloset meluap adalah dikarenakan kebiasaan penghuni membuang sampah pada pipa air limbah sehingga menyumbat pipa air limbah pada kloset.

Pemasangan pipa air limbah di Rumah Susun Sewa Gunung Anyar telah mengikuti SNI 03-7065-2005, karena telah mengikuti ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

- a. Ukuran minimum pipa cabang mendatar, mempunyai ukuran minimal sama dengan diameter terbesar dari perangkat alat plambing yang dilayaninya.
- b. Ukuran minimum pipa tegak mempunyai ukuran minimal sama dengan diameter terbesar cabang mendatar yang disambungkan ke pipa tegak tersebut.
- c. Pengecilan ukuran pipa tidak ke dalam arah air limbah.

5.3.2. Dimensi Pipa Ven

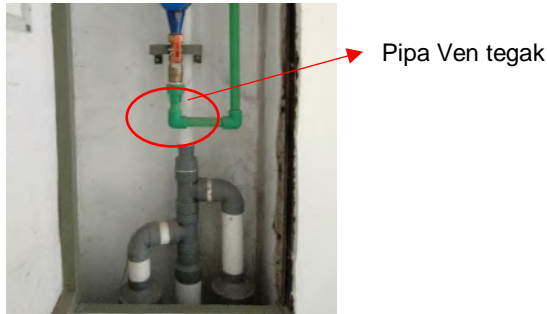
Pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar, dimensi pipa ven yang terpasang dapat dilihat pada Tabel 5.11 dan Gambar 5.24 Adapun fungsi dari adanya sistem ven ini adalah untuk:

1. Menjaga dari efek sifon atau tekanan
2. Menjaga aliran yang lancar dalam pipa pembuangan
3. Mensirkulasikan udara dalam pipa pembuangan

Tabel 5.11 Pipa Ven Eksisting

No	Perpipaan	Diameter (inci)
1	Pipa ven tegak lantai 1-2	2
2	Pipa ven tegak lantai 2-3	2
3	Pipa ven tegak lantai 3-4	2
4	Pipa ven tegak lantai 4-5	2

No	Perpipaan	Diameter (inci)
5	Pipa ven tegak lantai 5-atap	1.25



Gambar 5.24 Pipa Ven Tegak

Langkah-langkah dalam menentukan dimensi pipa ven adalah sebagai berikut:

1. Menentukan sistem ven yang digunakan pada ruang saniter, sistem yang digunakan berupa sistem ven tegak.
2. Menentukan jenis Unit Alat Plambing (UAP) yang terdapat pada tiap-tiap jalur yang telah ditentukan.
3. Menentukan kumulatif dari masing-masing UAP tersebut.
4. Menentukan diameter air limbah pada jalur dimana pipa ven dipasang, penentuan diameter berdasarkan diameter pipa air limbah yang telah dihitung, penentuan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.10.
5. Menentukan panjang pipa yang terdapat pada setiap jalur yang telah ditentukan.
6. Konversi diameter pipa dalam satuan inci sesuai dengan yang terdapat di pasaran.

Setelah mengikuti langkah-langkah diatas, penentuan pipa ven dapat dilihat pada Tabel 5.12

Tabel 5.12 Perhitungan Pipa Ven

Jenis	Keterangan	Alat Plambing	U A P	Akumulasi UAP	D pipa Greywater (mm)	D pipa Blackwater (mm)	Panjang Pipa Vent (m)	D pipa Vent pakai (mm)
Pipa Kamar	<i>Greywater</i>	Sink	2	2	32	-	-	-
		Floordrain	0.5	0.5	32	-	-	-
	<i>Blackwater</i>	Kloset	8	8	-	75	-	-
Pipa Tegak Vent terbagi	atap-L5	-	-	42	-	-	3	2
	L5-L4	-	-	31.5	40	75	3.5	2
	L4-L3	-	-	21	40	100	3.5	2
	L3-L2	-	-	10.5	40	100	3.5	2
	L2-L1	-	-	0	50	100	3.5	2

Berdasarkan perhitungan, pipa ven eksisting pada lantai 5-atap mengalami pengecilan sedangkan dalam perhitungan ukuran tetap. Berdasarkan SNI 03-7065-2005 ukuran pipa ven tegak tidak boleh kurang dari ukuran pipa tegak air limbah yang dilayaninya dan selanjutnya tidak boleh diperkecil hingga ujung terbuka.

5.4. Kajian Pengelolaan Sampah

Kajian pengelolaan sampah dilakukan mulai dari mengkaji kondisi eksisting pengelolaan sampah, analisis timbulan sampah, analisis komposisi sampah dan sistem pewadahan. Dengan mengkaji sistem pengelolaan sampah juga sistem pengelolaan 3R.

5.4.1. Kondisi Eksisting Pengelolaan Sampah

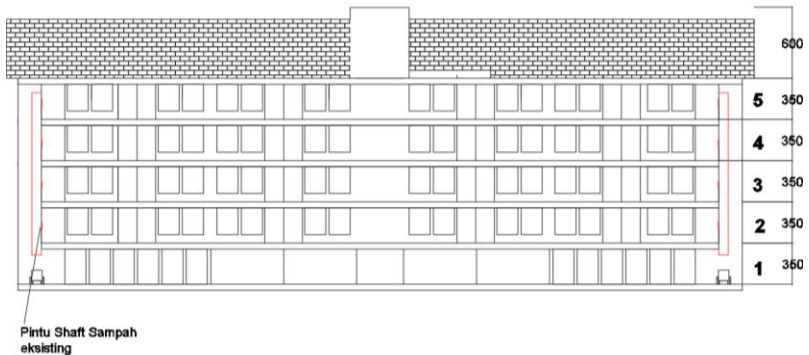
Pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya, sistem pengelolaan sampah belum cukup baik. Hal ini dikarenakan tidak adanya pengangkutan sampah dengan dump truck, akibatnya sampah yang dihasilkan oleh penghuni akan dibuang ke area belakang gedung setiap harinya. Sampah yang dibuang oleh penghuni rusun juga tidak dilakukan pemilahan antara sampah yang dapat dikomposkan (*compostable*) dengan sampah yang tidak dapat dikomposkan (*non-compostable*). Dari hasil kuisioner yang telah disebar pada Gambar 5.1 didapatkan penghuni sudah cukup puas terhadap pelayanan sampah dan tidak ada bau yang menyebar. Kondisi eksisting pengelolaan sampah dapat dilihat pada Gambar 5.25



Gambar 5.25 Kondisi Eksisting Pengelolaan Sampah



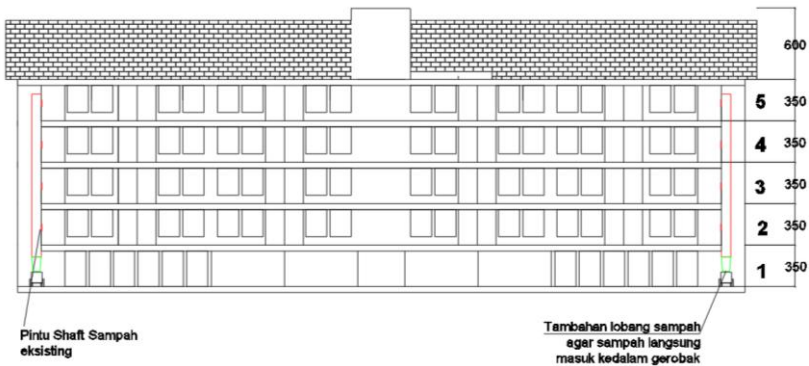
Gambar 5.26 Lobang Sampah Menuju Gerobak Sampah



Gambar 5.27 Shaft Sampah

Terdapat 2 *shaft* sampah pada tiap gedung di Rumah Susun Sewa Gunung Anyar pada sisi kanan gedung dan sisi kiri gedung yang dapat dilihat pada lampiran D. Pada dasar *shaft* sampah tersebut diletakkan gerobak sampah berkapasitas 1 m³ dengan dimensi 1.3 m x 0.9 m x 0.9 m. Pada Gambar 5.27 lobang shaft sampah tidak langsung masuk ke gerobak sampah tersebut sehingga sampah menjadi berceceran, seharusnya diberi tambahan dari lobang untuk langsung menuju ke gerobak sampah seperti pada Gambar 5.28. Kemudian seharusnya sampah tersebut diangkut ke TPS terdekat, namun tidak adanya pelayanan pengangkutan sehingga sampah dikumpulkan dan kemudian

dibuang di area belakang gedung Rumah Susun Sewa Gunung Anyar.



Gambar 5.28 Rencana Penambahan Panjang Lobang Sampah

5.4.2. Analisis Timbulan Sampah

Untuk mengetahui timbulan sampah perlu dilakukan sampling langsung pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar. Sampling dilakukan dengan dua cara yaitu dengan kuisioner atau dengan metode pengambilan dan pengukuran sampah menggunakan mengukur langsung satuan timbulan sampah dari sejumlah sampel (rumah tangga dan nonrumah tangga) yang ditentukan secara random proporsional di sumber selama 8 hari berturut- turut (SNI 19-3964-1995 dan SNI M 36-1991- 03). Berikut adalah perhitungan timbulan sampah dalam 1 hari:

Jumlah unit terlayani	=	59 unit
Jumlah penghuni	=	59 unit x 5 orang
	=	295 orang
Berat total sampah	=	40.6 kg
Berat rata-rata sampah	=	$\frac{40.6 \text{ kg}}{295 \text{ orang}}$
	=	0.1376 kg/orang.hari
Dimensi gerobak eksisting	=	1.3 m x 0.9 m x 0.9 m
Tinggi sampah digerobak	=	0.31 m
Volume sampah digerobak	=	0.31 m x 1.3 m x 0.9
	=	0.3627 m ³

$$\begin{aligned}
 \text{Volume sampah per orang} &= \frac{0.3627 \text{ m}^3}{295 \text{ orang}} \\
 &= 0.001107 \text{ m}^3/\text{orang.hari} \\
 &= 1.209 \text{ L/orang.hari}
 \end{aligned}$$

Perhitungan diatas merupakan contoh perhitungan sampling hari ke 1. Hasil pengukuran timbulan sampah pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 5. 13.

Tabel 5.13 Hasil Sampling Timbulan Sampah

hari ke	1	2	3	4	5	6	7	8
Jumlah penduduk (orang)	295	295	295	295	295	295	295	295
Berat total sampah (Kg/hari)	40.6	33.7	33.5	30.7	34.2	43.1	32.2	34.1
tinggi sampah di gerobak	0.31	0.26	0.24	0.23	0.26	0.31	0.25	0.25
volume sampah digerobak	0.36	0.30	0.28	0.27	0.30	0.36	0.29	0.29
volume sampah total	0.0012	0.0010	0.0009	0.0009	0.0010	0.0012	0.0010	0.0010
volume sampah per orang	1.23	1.03	0.95	0.91	1.03	1.23	0.99	0.99
volume sampah per orang	1.05							

Dari hasil sampling timbulan tersebut, volume sampah per orang selama 1 hari adalah 1.05 L/orang.hari. hasil tersebut cukup jauh dengan standart timbulan sampah sesuai dengan SNI 19-3983-1995, timbulan sampah kota sedang/besar yaitu 2,75-3,25 L/orang.hari. Hal tersebut dikarenakan mayoritas penghuni yang tinggal di Rumah Susun Sewa Gunung Anyar adalah masyarakat ekonomi menengah kebawah.

5.4.3. Analisis Komposisi Sampah

Setelah melakukan analisis timbulan sampah maka dilakukan juga analisis komposisi sampah dengan memilah-milah sampah hasil kegiatan sampling. Sampah tersebut dipisahkan berdasarkan jenisnya. Komposisi sampah yang akan dianalisis dibagi menjadi sampah dapat dikomposkan (*compostable*) dan sampah tidak dapat dikomposkan (*non-compostable*).

Sampah yang dapat dikomposkan berupa daun, sayuran, sisa makanan dan sampah lainnya yang mudah membusuk.

Sampah yang tidak dapat dikomposkan berupa plastik, kaca, kain, karet, dan logam. Komposisi sampah di Rumah Susun Sewa Gunung Anyar dapat dilihat pada Tabel 5. 14. Berikut adalah perhitungan komposisi dari sampah tersebut:

$$\begin{aligned}
 \text{Berat sampah dapat dikomposkan} &= 16.3 \text{ Kg} \\
 \text{Berat sampah total} &= 33.7 \text{ Kg} \\
 \text{Persentase sampah} &= \frac{16.3 \text{ Kg}}{33.7 \text{ Kg}} \times 100\% \\
 &= 48.36 \%
 \end{aligned}$$

Tabel 5.14 Hasil Sampling Komposisi Sampah

No	Jenis Sampah	% Komposisi sampah pada hari ke							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	sisa makanan	43.1	48.4	51	50.1	57.6	46.6	57.1	54.6
2	kertas	9.85	9.5	9.3	9.8	8.8	6.5	6.8	9.4
3	plastik	15.8	18.4	14.3	14.7	12.9	11.6	13.4	11.1
4	kaca	3.7	3	6.6	3.9	4.4	4.6	3.1	5.9
5	kain	9.9	12.5	6	9.1	5.9	7	6.8	6.2
6	karet	5.4	3	1.5	2.6	2.6	6.5	6.2	2.9
7	logam dan lain	9.9	3	2.4	6.8	5.9	10	4.4	3.8
8	lain	2.5	2.4	9	2.9	2	7.2	2.2	6.2

Dari Hasil analisis komposisi sampah didapatkan 85,56% sampah yang dapat direduksi apabila di lakukan sistem 3R, yakni pada sisa makanan dapat di masukkan kedalam komposter, untuk sampah kertas, plastik, kain dapat dilakukan *recycle* dan *reuse*.

5.4.4. Pewadahan dan Pengangkutan Sampah

Pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya, sistem pewadahan berupa pewadahan sampah komunal dengan menggunakan gerobak, akan tetapi gerobak yang dimiliki pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar hanya satu sehingga pada setiap shift sampah semua sampah berceceran karena tidak ada wadah untuk menampung sampah. Sampah yang terdapat pada lantai dasar shift sampah tidak dibedakan antara sampah kompos dan non kompos berdasarkan hasil survei Gambar 5. 9, penghuni

banyak yang tidak melakukan pemilahan sampah. Berdasarkan hasil analisis komposisi sampah juga menunjukkan sampah *compostable* sangat sedikit. Perhitungan kapasitas pewadahan sampah sebagai berikut:

Jumlah unit terlayani	=	60 unit
Jumlah penghuni	=	60 unit x 5 orang
	=	300 orang
Volume timbulan	=	1.03 L/orang.hari
Volume sampah total	=	Jumlah penghuni x sampah tiap orang
	=	300 orang x 1.03 L/orang.hari
	=	0.309 m ³ /hari
Volume gerobak	=	1 m ³
Sisa volume	=	Volume gerobak – volume sampah total
	=	1 m ³ – 0.309 m ³ /hari
	=	0.691 m ³
Pengangkutan	=	Volume gerobak/volume sampah total
	=	1 m ³ /0.309 m ³ /hari
	=	3.24 hari ≈ 3 hari

Berdasarkan perhitungan, kapasitas gerobak eksisting dalam 1 hari masih mampu menampung 0.691 m³, sehingga dari hasil perhitungan diatas gerobak mampu menampung sampah hingga 3 hari, seharusnya sampah tersebut kemudian diangkut oleh *dump truck*, berdasarkan keadaan eksisting terdapat Tempat Pembuangan Sampah terdekat yakni di jalan Wiguna Timur dengan menggunakan *dump truck*.

5.4.5. Pengadaan Sistem 3R (reduce, reuse, recycle)

Pada Gambar 5.9 dari hasil kuisisioner penghuni di Rumah Susun Sewa Gunung Anyar banyak yang setuju apabila pada rumah susun diadakan sistem 3R. Pada kondisi eksisting sesuai dengan hasil kuesioner Gambar 5.8 penghuni yang melakukan pemilahan sampah organik dan non organik cukup banyak. Saat ini tidak ada penyuluhan mengenai sistem 3R pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar.

Merencanakan sistem manajemen pengelolaan sampah ada lima sub sistem yang saling terkait yaitu: (1) Kelembagaan; (2)

Teknik operasional; (3) Pembiayaan; (4) Peraturan; dan (5) Peran serta masyarakat (Kodoatie, 2005). Apabila Rumah Susun Sewa Gunung Anyar ingin mengadakan 3R yang berkelanjutan dan terorganisasi maka yang harus dilakukan adalah menyusun:

1. Kelembagaan

Secara umum bentuk kelembagaan ini terdiri dari Ketua yang bertanggung jawab dalam pengawasan dan monitoring kegiatan pengelolaan sampah di rumah susun sewa, Sekretaris bertanggung jawab di bagian administrasi, Bendahara bertanggung jawab dalam pembiayaan/anggaran (mengumpulkan iuran sampah dari tiap rumah tangga), beberapa koordinator seperti Seksi Kebersihan Lingkungan yang bertugas menjadwalkan kegiatan bersih-bersih lingkungan rusun atau pada tiap lantai berkoordinasi dengan petugas pengumpul sampah dan dengan bank sampah untuk membantu kegiatan pengurangan sampah (reduce, reuse dan recycle). Serta mencari partner dengan bank sampah terdekat sebagai nasabah dan juga pemateri mengenai pengelolaan sampah yang baik.

Tabel 5.15 Kelembagaan Pengelolaan Sampah

No	Pengelolaan Sampah	Kelembagaan	Tugas/tanggung jawab
1	Pemilahan sampah	Petugas pengumpul	Memilah sampah berdasarkan jenisnya (daur ulang & tidak dapat daur ulang)
		Penghuni rusun	
		Bank sampah	
2	Pewadahan sampah	Penghuni Rusun (wadah individu)	Menyediakan wadah individu baik didalam unit rumah dan/atau diluar unit rumah
		Pihak pengelola sampah	Memelihara wadah komunal yang sudah tersedia (<i>shaft</i> sampah)
3	Pengumpulan sampah	Seksi kebersihan dan lingkungan	Seksi kebersihan dan lingkungan memberikan arahan :

No	Pengelolaan Sampah	Kelembagaan	Tugas/tanggung jawab
			-setiap individu yang akan membuang sampah harus dipilah
		Pengelola sampah	Memilah sampah pada <i>shaft</i> sampah
4	Pengolahan sampah	Bank sampah	Mengolah sampah rumah tangga penghuni rumah susun
		penghuni	Memanfaatkan sampah seperti botol, plastik, dll

2. Teknik operasional (penanganan dan pengurangan sampah)
 - a. Pengurangan Sampah (Reduce, Reuse & Recycle)
Kegiatan pengurangan sampah (3R) yang dapat dilakukan penghuni rusun adalah memisahkan sampah berdasarkan jenisnya (dapat daur ulang dan tidak dapat daur ulang). Sampah daur ulang umumnya berupa kertas, koran, kardus, botol kaca, botol plastik, gelas plastik dan kaleng yang dapat digunakan kembali oleh warga, dan dapat dijual atau diberikan secara cuma-cuma kepada pihak pengumpul. Sampah-sampah tidak dapat daur ulang seperti sampah dapur atau sampah bahan berbahaya beracun (B3) disatukan dalam satu wadah (seperti plastik atau karung) kemudian dibuang secara langsung ke *shaft* sampah.
 - b. Penanganan Sampah (pemilahan, pewadahan, pengumpulan dan pengolahan)
Bentuk wadah sampah (individu) yang umum digunakan oleh penghuni rusun adalah keranjang berbahan plastik yang disimpan di dalam maupun di luar pintu unit rumah. Sampah dipisah kompos dan non kompos, serta melakukan reuse sampah yang masih bisa digunakan. Sampah dikumpulkan di *shaft* sampah kemudian di pilah lagi oleh pengelola sampah rusun serta bank sampah.

3. Pembiayaan

Pembiayaan diadakan untuk biaya pemeliharaan dan operasional bangunan, sarana dan prasarana di lingkungan rumah susun. Adapun besaran biaya yang dikeluarkan oleh tiap warga rumah susun ditentukan oleh hasil kesepakatan bersama antara penghuni, pengurus dan pengelolaan.

4. Peraturan

Membuat SOP untuk pemilahan sampah serta konsekuensi apabila SOP tersebut dilanggar.

5. Partisipasi masyarakat

Melaksanakan program penyuluhan, yang dilaksanakan secara masal dengan metode ceramah dan diskusi serta metode door to door untuk mengedukasi penghuni mengenai pengelolaan 3R dan tata cara melaksanakan 3R sesuai dengan peraturan yang sudah dibuat oleh pihak pengelola rusun. Program penyuluhan dilaksanakan dengan materi: (1) Penangan dan pengelolaan sampah dengan metode sederhana dan metode memakai sistem 3R; (2) Memberi contoh-contoh keberhasilan pengolahan sampah di beberapa tempat.

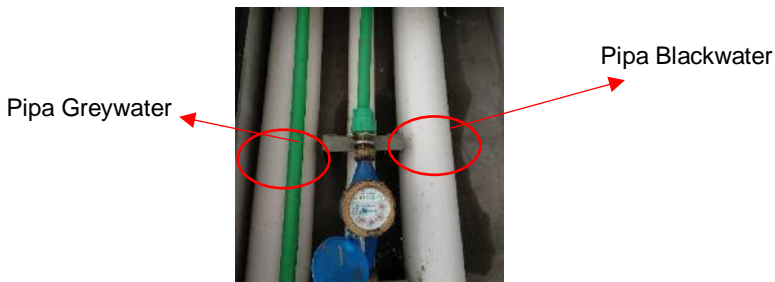
Selain membutuhkan sistem manajemen yang baik dan benar diperlukan juga tempat bank sampah untuk menyimpan sampah-sampah dan juga melakukan pemilahan sebelum nantinya sampah tersebut akan di jual atau akan di *recycle* kembali. Tempat dan juga design bank sampah dengan ukuran 4m x 5m dapat dilihat pada lampiran D.

5.5. Kajian Instalasi Pengolahan Air Limbah

Kajian instalasi pengolahan air limbah dilakukan dari mengkaji keadaan fisik ipal eksisting, hingga merancang unit pengolah instalasi pengolah air limbah.

5.5.1. Kondisi Umum

Pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya membagi menjadi dua saluran yakni *grey water* dan *black water* seperti pada Gambar 5.29.



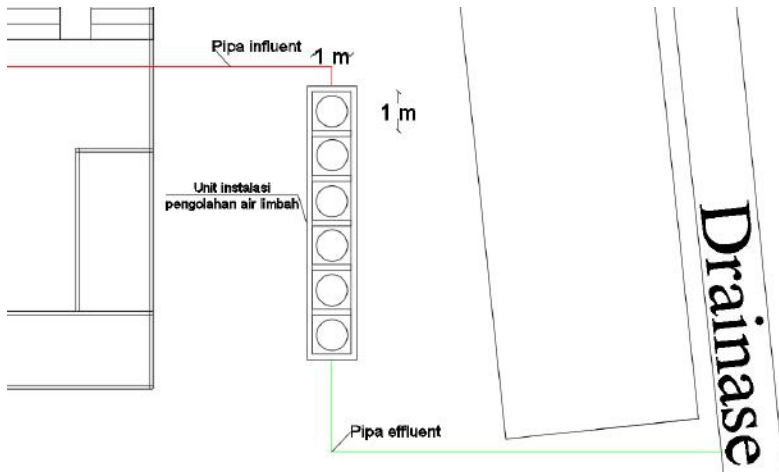
Gambar 5.29 Shaft Pipa Air limbah

Pada saluran *grey water* menerima air limbah dari dapur dan floor drain, sebelum masuk ke pipa tegak pembuangan terdapat *grease trap portable* pada tiap kamar penghuni yang berguna untuk memperangkap minyak dan lemak sehingga saat masuk di IPAL sudah memenuhi baku mutu, berikut merupakan gambar *Grease trap portable*.

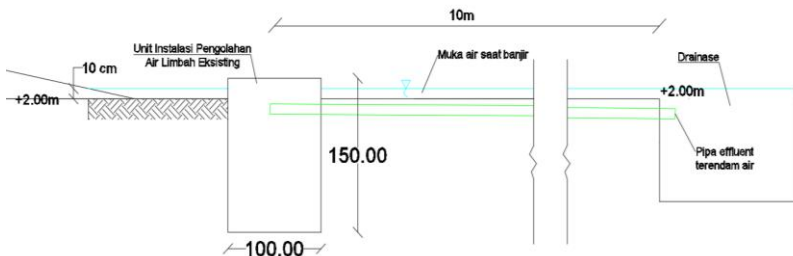


Gambar 5.30 Grease Trap Portable

Kemudian air limbah dari pipa *grey water* dan *black water* diasalurkan ke instalasi pengolahan air limbah yang menggunakan *anaerobic baffle reactor* fiber, akan tetapi kondisi instalasi pengolahan air limbah memiliki permasalahan yakni terjadi kebocoran pada fiber dan juga saat muka air naik akibat hujan atau sedang pasang, pipa efluen yang lebih rendah dari muka air saat banjir mengakibatkan terjadinya arus balik seperti pada Gambar 5.31 dan 5.32.



Gambar 5.31 Layout Instalasi Pengolahan Air Limbah Eksisting



Gambar 5.32 Ilustrasi Muka Air Saat Sedang Banjir

Dari ilustrasi gambar diatas maka perlu dilakukan perencanaan ulang unit instalasi pengolahan air limbah, dengan cara mencari debit air limbah yang masuk dan juga dilakukan sampling karakteristik air limbah yang masuk pada IPAL.

5.5.2. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah

Pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya sudah memiliki instalasi pengolahan air limbah akan tetapi pada instalasi pengolahan air limbah eksisting yang menggunakan bahan fiber mengalami permasalahan yakni terjadi kebocoran

serta pipa efluen yang berada di bawah muka air saat terjadi banjir sehingga menyebabkan aliran balik.

Menurut pengamatan lapangan maka perlu dilakukan perencanaan ulang instalasi pengolahan air limbah. Dengan melakukan sampling influen dan didapatkan karakteristik dari influen air limbah dapat dilihat pada Tabel 5.16.

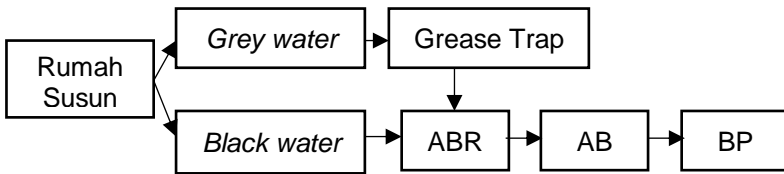
Tabel 5.16 Karakteristik Influen Air Limbah

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik*	Hasil Analisa
1	pH	-	6-9	6.80
2	TSS	mg/L	50	564.00
3	COD	mg/L O ₂	50	589.00
4	BOD	mg/L O ₂	30	382.00
5	Minyak & Lemak	mg/L	10	8.00

Catatan:*) Peraturan Gubernur Jatim No 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik Di Jawa Timur

Dari karakteristik tersebut, dipilih instalasi-instalasi pengolahan air limbah yang tepat yaitu *aerobic baffle reactor* dan *aerobic biofilter* kemudian di salurkan ke unit bak pengumpul air hasil olahan. Pada tiap kamar penghuni sudah terdapat *grease trap portable* yang digunakan untuk mengurangi kadar polutan minyak dan lemak pada air secara efektif sehingga sesuai pada hasil uji lab, minyak dan lemak influen air limbah sudah berada dibawah baku mutu, unit *anaerobic baffle reactor* dan *aerobic biofilter* dipilih karena efisiensi pengolahan limbah yang tinggi, lahan yang dibutuhkan sedikit, mengingat lahan pada Rumah Susun Gunung Anyar juga sudah mulai terbatas. Sedangkan untuk bak pengumpul air hasil olahan berfungsi agar tidak terjadi arus balik akibat pipa *effluen* instalasi pengolahan air limbah. Air dalam bak penampung dikuras dengan menggunakan pompa.

Berikut adalah skema perencanaan pengolahan air limbah di Rumah Susun Gunung Anyar dapat dilihat pada Gambar 5.33.



Gambar 5.33 Skema Pengolahan Air Limbah

Baku mutu yang digunakan dalam perencanaan instalasi pengolahan air limbah pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya mengacu pada Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013.

5.5.3. Rancangan ABR

Unit *anaerobic baffle reactor* digunakan untuk mengolah *greywater* dan *blackwater* yang masuk. Berikut adalah perhitungan *anerobic baffle reactor* :

Perhitungan dimensi didasarkan pada kriteria desain bangunan IPAL. Menurut sasse (1998), kriteria desain *Anaerobic Baffled Reactor* adalah sebagai berikut:

1. *Upflow Velocity* = 1,2–2 m/jam
2. Penyisihan BOD = 70% - 90%
3. *Organic loading* = < 3 kg COD/m³.hari
4. HRT = ≥ 8 jam
5. Panjang Kompartemen = 50%-60% dari kedalaman
6. Rasio SS/COD = 0,35 – 0,45

Influen Bak Pengendapan

Jumlah penghuni	= 301 orang
Debit air limbah	= debit air bersih x 80%
	= 130 Liter/orang.hari x 80%
	= 104 Liter/orang.hari
Faktor peak (f_p)	= $\frac{18+p^{0.5}}{4+p^{0.5}}$
	= $\frac{18+301^{0.5}}{4+301^{0.5}}$
	= 1.66
Q_{peak} air limbah	= debit air limbah x f_p
	= 104 Liter/orang.hari x 1.66

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{total}} &= 172.64 \text{ Liter/orang.hari} \\
 &= Q_{\text{peak air limbah}} \times \text{jumlah penghuni} \\
 &= 172.64 \text{ Liter/orang.hari} \times 301 \text{ orang} \\
 &= 51964.64 \text{ Liter/hari} \approx 51.96 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Bod}_{\text{in}} &= 382.00 \text{ mg/L} \\
 \text{COD}_{\text{in}} &= 589.00 \text{ mg/L} \\
 \text{TSS}_{\text{in}} &= 564.00 \text{ mg/L} \\
 \text{Minyak dan Lemak} &= 8 \text{ mg/L} \\
 \text{MBOD}_{\text{in}} &= Q_{\text{total}} \times \text{BOD}_{\text{in}} \\
 &= 51.96 \text{ m}^3/\text{hari} \times 382 \text{ mg/L} \\
 &= 19.85 \text{ kg/hari} \\
 \text{MCOD}_{\text{in}} &= Q_{\text{total}} \times \text{COD}_{\text{in}} \\
 &= 51.96 \text{ m}^3/\text{hari} \times 589 \text{ mg/L} \\
 &= 30.60 \text{ kg/hari} \\
 \text{MTSS}_{\text{in}} &= Q_{\text{total}} \times \text{TSS}_{\text{in}} \\
 &= 51.96 \text{ m}^3/\text{hari} \times 564 \text{ mg/L} \\
 &= 29.31 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

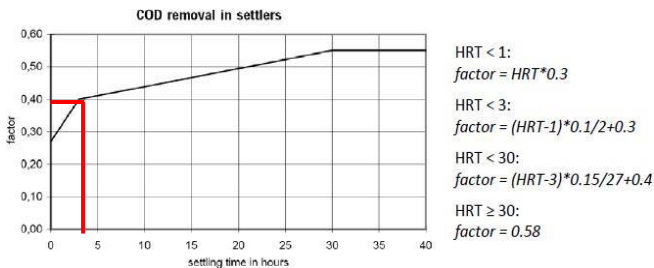
Bak Pengendap

Efisiensi Penyisihan bak pengendap

$$\text{SS/COD} = 0.42 \text{ (rencana) (0.35-0.45)}$$

$$\text{HRT} = 3 \text{ jam (rencana)}$$

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.34 dengan HRT 3 jam dapat diketahui bahwa faktor penyisihan COD pada bak pengendap sebesar 0.4



Gambar 5.34 Grafik Removal COD Pada Bak Pengendap

Sumber : Sasse, 2009

$$\begin{aligned}\text{Penyisihan COD BP} &= \frac{\left(\frac{SS}{COD}\right) \times \text{faktor penyisihan COD}}{0.6} \\ &= \frac{(0,42) \times 0,4}{0.6} \\ &= 28\%\end{aligned}$$

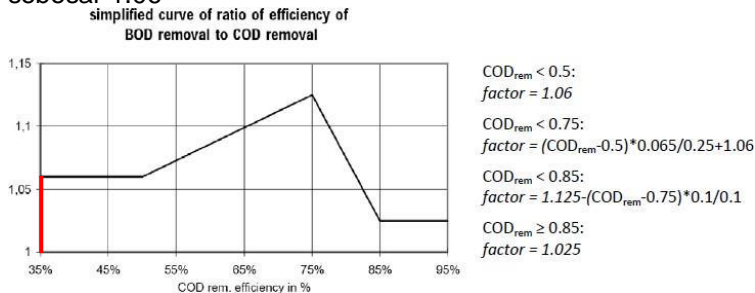
$$\begin{aligned}\text{COD removal} &= \text{COD}_{\text{in}} \times \% \text{removal COD} \\ &= 589 \text{ mg/L} \times 28\% \\ &= 164.92 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{COD}_{\text{ef}} &= \text{COD}_{\text{in}} - \text{COD removal} \\ &= 589 \text{ mg/L} - 164.92 \text{ mg/L} \\ &= 424.08 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{MCOD removal} &= \text{MCOD}_{\text{in}} \times \% \text{removal COD} \\ &= 30.60 \text{ kg/hari} \times 28\% \\ &= 8.568 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{MCOD}_{\text{ef}} &= \text{MCOD}_{\text{in}} - \text{MCOD removal} \\ &= 30.60 \text{ kg/hari} - 8.568 \text{ kg/hari} \\ &= 22.03 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.35. Dengan penyisihan COD sebesar 28% dapat diketahui bahwa faktor penyisihan BOD sebesar 1.06



Gambar 5.35 Grafik Rasio Efisiensi Removal BOD Terhadap COD

Sumber : Sasse, 2009

$$\begin{aligned}\text{Penyisihan BOD BP} &= \text{Penyisihan COD} \times \text{faktor removal BOD} \\ &= 28\% \times 1.06\end{aligned}$$

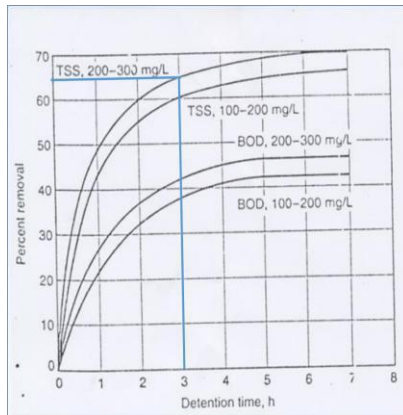
$$= 30\%$$

$$\begin{aligned}\text{BOD removal} &= \text{BOD}_{\text{in}} \times \% \text{removal BOD} \\ &= 382 \text{ mg/L} \times 30\% \\ &= 114.6 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{BOD}_{\text{ef}} &= \text{BOD}_{\text{in}} - \text{BOD removal} \\ &= 382 \text{ mg/L} - 114.6 \text{ mg/L} \\ &= 267.4 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{MBOD tersisihkan} &= \text{MBOD}_{\text{in}} \times \% \text{removal BOD} \\ &= 19.85 \text{ kg/hari} \times 30\% \\ &= 5.96 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{MBOD}_{\text{ef}} &= \text{MBOD}_{\text{in}} - \text{MBOD tersisihkan} \\ &= 19.85 \text{ kg/hari} - 5.96 \text{ kg/hari} \\ &= 13.89 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$



Gambar 5.36 Grafik Penyisihan TSS Terhadap Waktu Detensi

Sumber : Sasse, 2009

Berdasarkan grafik penyisihan TSS terhadap waktu detensi didapatkan persen removal untuk HRT 3 jam sebesar 65%.

$$\begin{aligned}\text{TSS removal} &= \text{TSS}_{\text{in}} \times \% \text{removal TSS} \\ &= 564 \text{ mg/L} \times 65\% \\ &= 366.6 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{TSS}_{\text{ef}} &= \text{TSS}_{\text{in}} - \text{TSS removal} \\ &= 564 \text{ mg/L} - 366.6 \text{ mg/L} \\ &= 197.4 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

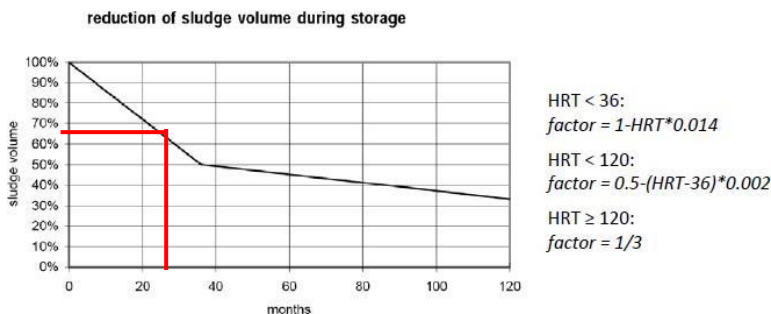
$$\begin{aligned}\text{MTSS removal} &= \text{MTSS}_{\text{in}} \times \% \text{removal TSS} \\ &= 29.31 \text{ kg/hari} \times 64\% \\ &= 19.05 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{MTSS}_{\text{ef}} &= \text{MTSS}_{\text{in}} - \text{MTSS removal} \\ &= 29.31 \text{ kg/hari} - 19.05 \text{ kg/hari} \\ &= 10.26 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

Lumpur yang dihasilkan bak pengendap

Periode pengurasan = 24 bulan (rencana)

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.37. Dengan periode pengurasan 24 bulan diperoleh volume lumpur removal sebanyak 66.4%



Gambar 5.37 Grafik Removal Lumpur

Sumber : Sasse, 2009

Massa lumpur setelah stabilisasi

$$\begin{aligned} &= \text{MTSS removal} \times \text{Periode pengurasan} \times (100\% - \%R \text{ lumpur}) \\ &= (19.05 \text{ Kg/hari} \times (365 \text{ hari} \times 2) \times (100 - 66,4\%)) \\ &= 4672.58 \text{ Kg/hari} \end{aligned}$$

Densitas lumpur

$$\begin{aligned} &= \frac{(\text{persentase lumpur} \times p \text{ padatan}) + (\text{persentase air} \times p \text{ air})}{100\%} \\ &= \frac{(5\% \times 2.65) + (95\% \times 1)}{100\%} \\ &= 1.08 \text{ Kg/L} \end{aligned}$$

Volume lumpur

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{massa lumpur setelah stabilisasi}}{\text{densitas lumpur}} \\ &= \frac{4672.58 \text{ kg/hari}}{1.08 \text{ Kg/L}} \\ &= 4.33 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Dimensi bak pengendap

$$\begin{aligned} \text{Volumpe cairan} &= Q_{\text{total}} \times \text{HRT} \\ &= (51.96 \text{ m}^3/\text{hari} : 24 \text{ jam/hari}) \times 3 \text{ jam} \\ &= 6.5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume BP} &= \text{Volume lumpur} + \text{volume cairan} \\ &= 4.33 \text{ m}^3 + 6.5 \text{ m}^3 \\ &= 10.83 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Kedalaman efektif} = 2.2 \text{ m}$$

$$\text{Freeboard} = 0.5 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman total} = 2.7 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 2 \text{ m (rencana)}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= \frac{\text{Volume bak pengendap}}{\text{kedalaman efektif} \times \text{lebar}} \\ &= \frac{10.83 \text{ m}^3}{2.2 \text{ m} \times 2 \text{ m}} \\ &= 2.5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kedalaman lumpur} &= \frac{\text{Volume lumpur}}{\text{panjang} \times \text{lebar}} \\ &= \frac{4.33 \text{ m}^3}{2.5 \text{ m} \times 2 \text{ m}} \\ &= 0.9 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kedalaman cairan} &= \frac{\text{Volume cairan}}{\text{panjang} \times \text{lebar}} \\
 &= \frac{6.5 \text{ m}^3}{2.5 \text{ m} \times 2 \text{ m}} \\
 &= 1.3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Kompartemen

Dimensi kompartemen

$$\text{HLR} = 17 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari} \text{ (16.8 – 38.4 m}^3/\text{m}^2.\text{hari)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{A surface (As)} &= Q_{\text{total}} : \text{HLR} \\
 &= 51.96 \text{ m}^3/\text{hari} : 17 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari} \\
 &= 3.05 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Lebar} = 2 \text{ m (rencana)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang kompartemen} &= \text{As} : \text{lebar} \\
 &= 3.05 \text{ m}^2 : 2 \text{ m} \\
 &= 1.5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek HLR} &= Q_{\text{total}} : (\text{lebar} \times \text{panjang}) \\
 &= 51.96 \text{ m}^3/\text{hari} : (2 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}) \\
 &= 17.32 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek kecepatan up flow} &= \frac{Q_{\text{total}}}{\text{lebar} \times \text{panjang}} : 24 \text{ jam/hari} \\
 &= \frac{51.96 \text{ m}^3}{2 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}} : 24 \text{ jam/hari} \\
 &= 0.72 \text{ m/jam} (< 2 \text{ m/jam. Sasse, 2009}) \\
 &\text{(OK)}
 \end{aligned}$$

$$\text{HRT} = 9 \text{ jam (rencana) (6-20 jam)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{H total} &= \text{HLR} \times \text{HRT} \\
 &= 17.32 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari} \times (9 \text{ jam} : 24 \text{ jam/hari}) \\
 &= 6.5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{H efektif} = 2.2 \text{ m (rencana)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah kompartemen} &= \text{Htotal} : \text{H efektif} \\
 &= 6.5 \text{ m} : 2.2 \text{ m} \\
 &= 2.95 \approx 3 \text{ kompartemen}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek OLR} &= \\
 &= \frac{Q_{\text{tot}} \times (\text{BOD}_{\text{Def BP}}; 1000)}{\text{lebar} \times \text{panjang} \times \text{H efektif} \times \text{jumlah kompartemen}} \\
 &= \frac{51.96 \text{ m}^3 \times (267.4 \frac{\text{mg}}{\text{L}}; 1000)}{2 \times 1.5 \times 2.2 \times 3} \\
 &= 0.7 \text{ Kg/m}^3.\text{hari (OK)}
 \end{aligned}$$

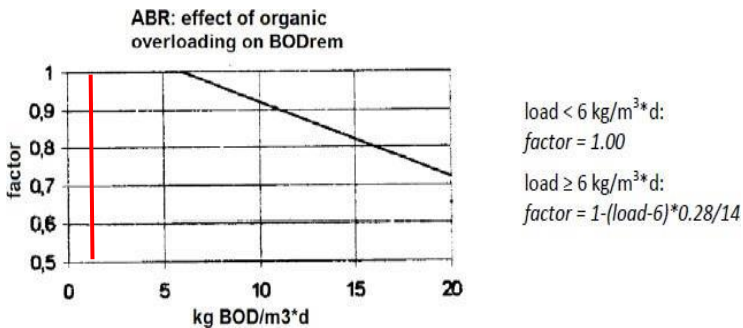
$$\begin{aligned}
 \text{Cek HRT} &= \frac{\text{Lebar} \times \text{panjang} \times \text{H efektif} \times \text{jumlah kompartemen}}{Q_{\text{tot}}} \\
 &= \frac{2 \times 1.5 \times 2.2 \times 3}{24 \text{ jam/hari}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2m \times 1.5m \times 2.2m \times 3}{51.96 \frac{m^3}{hari} : 24 jam/hari} \\
 &= 9.14 \text{ jam (OK)}
 \end{aligned}$$

Efisiensi removal kompartemen

Temperatur = 25°C

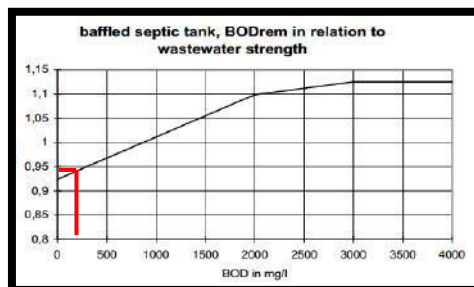
Berdasarkan grafik pada Gambar 5.38 Dengan OLR 0.7 Kg/m³.hari, maka faktor *overload* diperoleh sebesar 1



Gambar 5.38 Grafik Faktor Overload Pada ABR

Sumber : Sasse, 2009

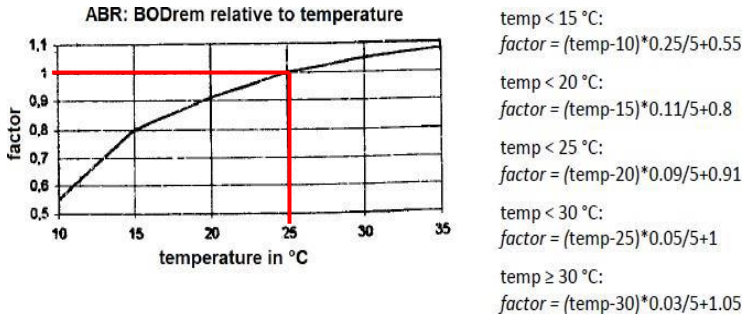
Berdasarkan grafik pada Gambar 5.39 Dengan konsentrasi BOD influen kompartemen sebesar 267.4 mg/L, maka faktor *strength* diperoleh sebesar 0.93.



Gambar 5.39 Grafik Faktor Strength Pada ABR

Sumber : Sasse, 2009

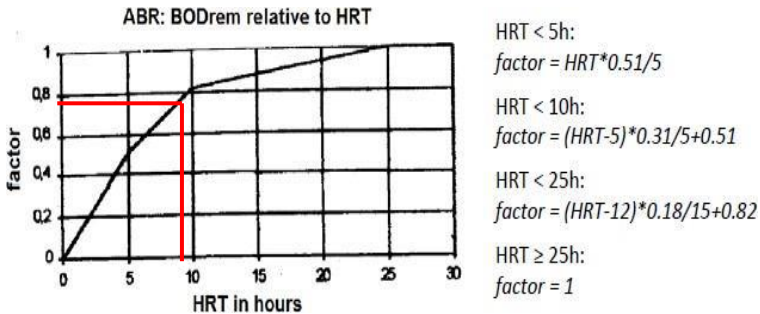
Berdasarkan grafik pada Gambar 5.40 Dengan temperature sebesar 25°C, maka faktor temperature diperoleh sebesar 1



Gambar 5.40 Grafik Faktor Temperature Pada ABR

Sumber : Sasse, 2009

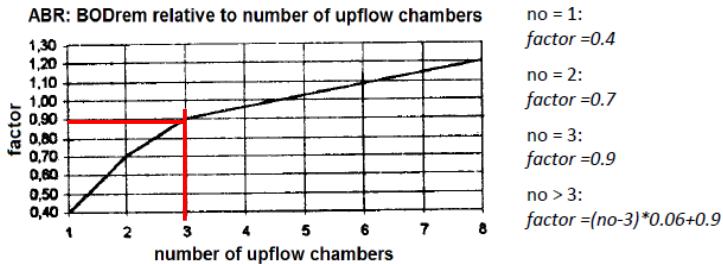
Berdasarkan grafik pada Gambar 5.41 Dengan HRT sebesar 9.14 jam, maka faktor HRT diperoleh sebesar 0.75



Gambar 5.41 Grafik Faktor HRT Pada ABR

Sumber : Sasse, 2009

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.42 dengan jumlah total kompartemen sebanyak 3 kompartemen, maka faktor jumlah kompartemen diperoleh sebesar 0.9.



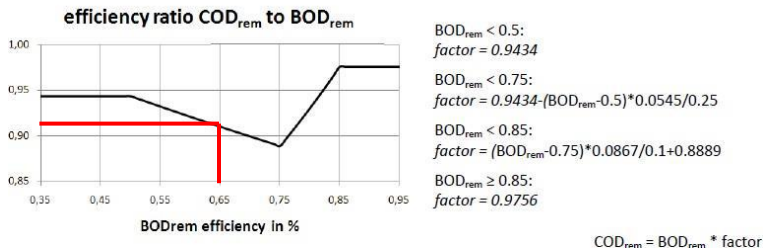
Gambar 5.42 Grafik Faktor Jumlah Kompartemen Pada ABR

Sumber : Sasse, 2009

Removal BOD kompartemen

$$\begin{aligned}
 &= \text{Faktor overload} \times \text{faktor strength} \times \text{faktor temperature} \times \\
 &\text{faktor HRT} \times \text{faktor jumlah kompartemen} \\
 &= 1 \times 0.93 \times 1 \times 0.78 \times 0.9 \\
 &= 65\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.43 Dengan removal BOD sebesar 65% diperoleh faktor penyisihan COD sebesar 0.91



Gambar 5.43 Grafik Efisiensi Removal BOD Terhadap COD

Sumber : Sasse, 2009

Removal COD Kompartemen

$$\begin{aligned}
 &= \text{Removal BOD} \times \text{faktor removal COD} \\
 &= 65\% \times 0.91 \\
 &= 59\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Gambar 5. dengan HRT sebesar 9 jam, maka efisiensi removal TSS pada kompartemen sebesar 70%.

$$\begin{aligned}
 \text{BOD tersisihkan} &= \text{Removal BOD} \times \text{BOD}_{\text{ef}} \text{ BP} \\
 &= 65\% \times 267.4 \text{ mg/L} \\
 &= 173.81 \text{ mg/L} \\
 \text{BOD}_{\text{ef}} &= \text{BOD}_{\text{ef}} \text{ BP} - \text{BOD tersisihkan} \\
 &= 267.4 \text{ mg/L} - 173.81 \text{ mg/L} \\
 &= 93.59 \text{ mg/L} \\
 \text{MBOD tersisihkan} &= \text{Removal BOD} \times \text{MBOD}_{\text{ef}} \text{ BP} \\
 &= 65\% \times 13.89 \text{ Kg, hari} \\
 &= 9.03 \text{ Kg. hari} \\
 \text{MBOD}_{\text{ef}} &= \text{MBOD}_{\text{ef}} \text{ BP} - \text{MBOD tersisihkan} \\
 &= 13.89 \text{ kg/hari} - 9.03 \text{ kg/hari} \\
 &= 4.86 \text{ kg/hari} \\
 \text{COD tersisihkan} &= \text{Removal COD} \times \text{COD}_{\text{ef}} \text{ BP} \\
 &= 59\% \times 424.08 \text{ mg/L} \\
 &= 250.21 \text{ mg/L} \\
 \text{COD}_{\text{ef}} &= \text{COD}_{\text{ef}} \text{ BP} - \text{COD tersisihkan} \\
 &= 424.08 \text{ mg/L} - 250.21 \text{ mg/L} \\
 &= 173.88 \text{ mg/L} \\
 \text{MCOD tersisihkan} &= \text{Removal COD} \times \text{MCOD}_{\text{ef}} \text{ BP} \\
 &= 59\% \times 22.33 \text{ Kg, hari} \\
 &= 13.17 \text{ Kg/hari} \\
 \text{MCOD}_{\text{ef}} &= \text{MCOD}_{\text{ef}} \text{ BP} - \text{MCOD tersisihkan} \\
 &= 22.33 \text{ Kg. hari} - 13.17 \text{ Kg/hari} \\
 &= 9.15 \text{ Kg/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{TSS tersisihkan} &= \text{removal TSS} \times \text{TSS}_{\text{ef BP}} \\
 &= 70\% \times 197.4 \text{ mg/L} \\
 &= 138.18 \text{ mg/L} \\
 \text{TSS}_{\text{ef}} &= \text{TSS}_{\text{ef BP}} - \text{TSS tersisihkan} \\
 &= 197.4 \text{ mg/L} - 138.18 \text{ mg/L} \\
 &= 59.22 \text{ mg/L} \\
 \text{MTSS removal} &= \text{MTSS}_{\text{ef BP}} \times \% \text{removal TSS} \\
 &= 10.26 \text{ kg/hari} \times 70\% \\
 &= 7.182 \text{ kg/hari} \\
 \text{MTSS}_{\text{ef}} &= \text{MTSS}_{\text{ef BP}} - \text{MTSS removal} \\
 &= 10.26 \text{ kg/hari} - 7.182 \text{ kg/hari} \\
 &= 3.08 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

Dimensi Total ABR

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar ABR} &= 2 \text{ m} \\
 \text{Kedalaman efektif} &= 2.2 \text{ m} \\
 \text{Freeboard} &= 0.5 \text{ m} \\
 \text{Panjang bak pengendap} &= 2.5 \text{ m} \\
 \text{Panjang tiap kompartemen} &= 1.5 \text{ m} \\
 \text{Tebal dinding tiap kompartemen} &= 0.15 \text{ m} \\
 \text{Jumlah kompartemen} &= 3 \text{ buah} \\
 \text{Panjang total kompartemen} &= 4.5 \text{ m} \\
 \text{Panjang total ABR} &= \text{Panjang (BP+kompartemen)} \\
 &= 2.5 \text{ m} + 4.5 \text{ m} \\
 &= 7 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Rancangan *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR) tersebut belum dapat mengolah air limbah mencapai baku mutu Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013. Maka, diperlukan pengolahan lebih lanjut dengan menggunakan *aerobic biofilter*. Efluen dari semua instalasi pengolahan air limbah dapat dilihat pada Tabel 5.17.

Tabel 5.17 Efluen Air Limbah Unit ABR

No	Parameter	Influen (mg/L)	BP ABR		Kompartemen ABR		Baku Mutu
			%R	Efluen (mg/L)	%R	Efluen (mg/L)	
1	TSS	564	65%	197.4	70%	59.22	50
2	COD	589	28%	424.08	59%	173.88	50
3	BOD	382	30%	267.4	65%	93.59	30
4	Minyak & Lemak	8.00	0%	8	0%	8	8

5.5.4. Rancangan *Aerobic biofilter*

Unit *Aerobic biofilter* digunakan untuk mengolah efluen air limbah dari unit ABR, agar kualitas air olahan menjadi semakin baik. Pada unit *Aerobic biofilter* dilengkapi dengan *blower* dan *diffuser* untuk suplai oksigen pada mikroorganisme yang berperan dalam degradasi polutan. Media juga dibutuhkan pada unit *Aerobic biofilter* sebagai tempat melekat mikroorganisme. Berdasarkan hasil referensi, media terbaik untuk biofilter adalah media PVC sarang tawon, sehingga akan digunakan media tersebut pada perencanaan ini. Selain itu, alasan lain penggunaan media PVC sarang tawon antara lain :

- Media PVC sarang tawon merupakan media yang ideal
- Memiliki sifat kebasahan yang baik
- Memiliki luas permukaan spesifik yang besar
- Tidak mudah tersumbat
- Ringan
- Mudah dibersihkan

Berikut ini merupakan perhitungan unit *Aerobic biofilter* pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar:

Influen

- $Q_{in\ AB} = Q_{ef\ ABR} = 59.6\ m^3/hari$
- $BOD_{in\ AB} = BOD_{ef\ ABR} = 93.59\ mg/L$
- $MBOD_{in\ AB} = MBOD_{ef\ ABR} = 4.86\ kg/hari$
- $COD_{in\ AB} = COD_{ef\ ABR} = 173.88\ mg/L$
- $MCOD_{in\ AB} = MCODE_{ef\ ABR} = 9.15\ kg/hari$

- $TSS_{in\ AB} = TSS_{ef\ ABR} = 59.22\ \text{mg/L}$
- $MTSS_{in\ AB} = MTSS_{ef\ ABR} = 3.08\ \text{kg/hari}$

Efisiensi Penyisihan

- $BOD_{ef\ AB} = 15\ \text{mg/L}$ (rencana)
- Penyisihan BOD AB

$$= \frac{BOD_{in\ AB} - BOD_{ef\ AB}}{BOD_{in\ AB}} \times 100\%$$

$$= \frac{93.59 - 15}{93.59} \times 100\%$$

$$= 0.84\ \%$$
- Berdasarkan grafik pada Gambar 5.41, dengan nilai penyisihan BOD sebesar 87%, dapat diketahui bahwa faktor penyisihan COD sebesar 0.967
- Penyisihan COD AB

$$= \text{Penyisihan BOD AB} \times \text{Faktor penyisihan COD}$$

$$= 84\% \times 0.967$$

$$= 81.2\%$$
- Penyisihan TSS AB = 90% (Said, 2000)
- BOD tersisihkan AB

$$= \text{Penyisihan BOD AB} \times BOD_{in\ AB}$$

$$= 84\% \times 93.59\ \text{mg/L}$$

$$= 78.59\ \text{mg/L}$$
- MBOD tersisihkan AB

$$= \text{Penyisihan BOD AB} \times MBOD_{in\ AB}$$

$$= 84\% \times 4.86\ \text{kg/hari}$$

$$= 4.082\ \text{kg/hari}$$
- COD tersisihkan AB

$$= \text{Penyisihan COD AB} \times COD_{in\ AB}$$

$$= 81.2\% \times 173.88\ \text{mg/L}$$

$$= 141.2\ \text{mg/L}$$
- MCOD tersisihkan AB

$$= \text{Penyisihan COD AB} \times MCOD_{in\ AB}$$

- = $81.2\% \times 9.15 \text{ kg/hari}$
 - = 7.43 kg/hari
- TSS tersisihkan AB
 - = Penyisihan TSS AB x $\text{COD}_{\text{in AB}}$
 - = $90\% \times 59.22 \text{ mg/L}$
 - = 53.3 mg/L
- MTSS tersisihkan AB
 - = Penyisihan TSS AB x $\text{MTSS}_{\text{in AB}}$
 - = $90\% \times 3.08 \text{ kg/hari}$
 - = 2.77 kg/hari
- Efluen
- $\text{BOD}_{\text{ef AB}}$
 - = $\text{BOD}_{\text{in AB}} - \text{BOD tersisihkan AB}$
 - = $93.59 \text{ mg/L} - 78.59 \text{ mg/L}$
 - = 15 mg/L
- $\text{MBOD}_{\text{ef AB}}$
 - = $\text{MBOD}_{\text{in AB}} - \text{MBOD tersisihkan AB}$
 - = $4.86 \text{ kg/hari} - 4.082 \text{ kg/hari}$
 - = $0,78 \text{ kg/hari}$
- $\text{COD}_{\text{ef AB}}$
 - = $\text{COD}_{\text{in AB}} - \text{COD tersisihkan AB}$
 - = $173.88 \text{ mg/L} - 141.2 \text{ mg/L}$
 - = 32.68 mg/L
- $\text{MCOD}_{\text{ef AB}}$
 - = $\text{MCOD}_{\text{in AB}} - \text{MCOD tersisihkan AB}$
 - = $9.15 \text{ kg/hari} - 7.43 \text{ kg/hari}$
 - = 1.72 kg/hari
- $\text{TSS}_{\text{ef AB}}$

$$\begin{aligned}
 &= \text{TSS}_{\text{in AB}} - \text{TSS tersisihkan AB} \\
 &= 59.22 \text{ mg/L} - 53.3 \text{ mg/L} \\
 &= 5.92 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

- $\text{MTSS}_{\text{ef AB}}$

$$= \text{MTSS}_{\text{in AB}} - \text{MTSS tersisihkan AB}$$

$$= 3.08 \text{ kg/hari} - 2.77 \text{ kg/hari}$$

$$= 0.31 \text{ kg/hari}$$

Dimensi *Aerobic biofilter*

- $\text{OLR} = 2 \text{ kg BOD/m}^3 \cdot \text{hari}$ (rencana)
- Volume media

$$= \text{MBOD}_{\text{in AB}} : \text{OLR}$$

$$= 4.86 \text{ kg/hari} : 2 \text{ kg BOD/m}^3 \cdot \text{hari}$$

$$= 2.43 \text{ m}^3$$
- Volume media = 50% volume reaktor (rencana)
- Volume reaktor

$$= (100\% : 50\%) \times \text{volume media}$$

$$= (100\% : 50\%) \times 2.43 \text{ m}^3$$

$$= 4.86 \text{ m}^3$$
- H efektif = 2,2 (rencana)
- $A_{\text{surface}} (A_s)$

$$= \text{Volume reaktor} : H \text{ efektif}$$

$$= 4.86 \text{ m}^3 : 2.2 \text{ m}$$

$$= 2.21 \text{ m}^2$$
- Lebar = 2 m (rencana)
- Panjang total

$$= A_s : \text{Lebar}$$

$$= 2.21 \text{ m}^2 : 2 \text{ m}$$

$$= 1.1 \text{ m}$$
- Panjang ruang aerasi = 1.5 m (rencana)
- Panjang bed media = 1.5 m (rencana)
- Cek panjang total

$$= \text{Panjang ruang aerasi} + \text{Panjang bed media}$$

$$= 1.5 \text{ m} + 1.5 \text{ m}$$

$$= 3 \text{ m}$$

- Cek As
 - = Cek panjang total x Lebar
 - = $3 \text{ m} \times 2 \text{ m}$
 - = 6 m^2
- HLR
 - = $Q_{in} \text{ AB} : A_s$
 - = $59.61 \text{ m}^3/\text{hari} : 6 \text{ m}^2$
 - = $10 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$ (OK !)
- Cek volume reaktor
 - = Cek As x H efektif
 - = $6 \text{ m}^2 \times 2,2 \text{ m}$
 - = 13.2 m^3
- HRT
 - = Cek volume reaktor : $Q_{in} \text{ AB}$
 - = $13.2 \text{ m}^3 : 59.61 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - = 6 jam (OK !)
- H media
 - = Volume media : (Lebar x Panjang bed)
 - = $2.43 \text{ m}^3 : (2 \text{ m} \times 1.5 \text{ m})$
 - = 0,8 m
 - = 1,5 m (rencana)
- Cek volume media = H media x Panjang media x L
 - = $1.5 \text{ m} \times 1.5 \text{ m} \times 2 \text{ m}$
 - = 4.5 m^3
- Cek OLR = $MBOD_{in} \text{ AB} : \text{Cek volume media}$
 - = $4.86 \text{ kg}/\text{hari} : 4.5 \text{ m}^3$
 - = $1.08 \text{ kg BOD}/\text{m}^3.\text{hari}$ (OK !)
- Cek persentase volume media

$$\begin{aligned}
 &= (\text{Cek volume media} / \text{Cek vol reaktor}) \times 100\% \\
 &= (4.5 \text{ m}^3 / 13.2 \text{ m}^3) \times 100\% \\
 &= 34 \% \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

- Kecepatan *upflow*

$$\begin{aligned}
 &= Q_{\text{in AB}} : (L \times \text{Panjang media}) \\
 &= 59.61 \text{ m}^3/\text{hari} : (2 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}) \\
 &= 0.82 \text{ m/jam (OK !)}
 \end{aligned}$$
- H lumpur = 0,5 m (rencana)
- Ketebalan plat penyangga = 0,05 m (rencana)
- H air di atas media

$$\begin{aligned}
 &= H \text{ efektif} - (H \text{ lumpur} + \text{Ketebalan plat} + H \text{ media}) \\
 &= 2,2 \text{ m} - (0,5 \text{ m} + 0,05 \text{ m} + 1,5 \text{ m}) \\
 &= 0,15 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan Oksigen

- Kebutuhan oksigen = MBOD tersisihkan AB

$$= 4.082 \text{ kg/hari}$$
- Faktor keamanan = 1,6 (Metcalf dan Eddy. 2003)
- Persentase oksigen di udara = 23,18% (Metcalf dan Eddy. 2003)
- Massa jenis udara = 1,1725 kg/m³
- Kebutuhan udara teoritis

$$\begin{aligned}
 &= \frac{4.082 \times 1.6}{23.18\% \times 1.1725} \\
 &= 24.03 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$
- Efisiensi *diffuser* = 7% (tipe *perforated pipe*)
- Kebutuhan udara aktual

$$\begin{aligned}
 &= \text{Kebutuhan udara teoritis} : \text{Efisiensi } \textit{diffuser} \\
 &= 24.03 \text{ m}^3/\text{hari} : 7\% \\
 &= 343.3 \text{ m}^3/\text{hari} = 238.4 \text{ L/menit}
 \end{aligned}$$
- Kapasitas *blower* = 120 L/menit (Hiblow Hp 120)
- Jumlah *blower*

= Kebutuhan udara aktual : Kapasitas *blower*

= 238.4 L/menit : 120 L/menit

= 2 unit

- Daya = 115 watt

Tabel 5.18 Efluen Air Limbah Unit AB

No	Parameter	Influen (mg/L)	Unit <i>Aerobic biofilter</i>		Baku Mutu
			%R	Efluen (mg/L)	
1	TSS	59.22	90%	5.92	50
2	COD	173.88	81.2%	32.68	50
3	BOD	93.59	84%	15	30
4	Minyak & Lemak	8.00	0%	8	8

5.5.5. Rancangan Bak Penampung Air Hasil Olahan

Bak penampung ini berfungsi untuk menampung air hasil olahan dari unit *Anaerobic Baffle Reactor* dan *Aerobic biofilter*, berikut merupakan perhitungan dari bak penampung air hasil olahan :

Dimensi bak penampung :

Q_{in} Bak penampung = Q_{ef} AB

= 59.61 m³/hari

= 0.00059 m³/hari

= 0.59 L/hari

Waktu penampungan = 12 jam (rencana)

Volume bak = (59.61 m³/hari : 24 jam/hari) x 12 jam

= 30 m³

Kedalaman = 2.2 m (rencana)

Lebar = 3 m (rencana)

Panjang = volume bak : (Kedalaman x Lebar)

= 30 m³ : (2.2 m x 3 m)

= 4.5 m

Freeboard = 0.5 m

$$\begin{aligned}
 H_{\text{total}} &= \text{kedalaman} + \text{freeboard} \\
 &= 2.2 \text{ m} + 0.5 \text{ m} \\
 &= 2.7 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Pompa bak penampung bertujuan untuk memompa air sesuai dengan *head* yang dibutuhkan menuju ke drainase. Pompa menggunakan *indicator level* sehingga akan secara otomatis berhenti memompa apabila ketinggian air pada bak penampung telah mencapai batas minimum level ketinggian air.

Pompa

$$\text{Kecepatan dalam pipa} = 1 \text{ m/detik (rencana)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Inner diameter pipa} &= \left(\frac{Q \times 4}{\pi \times \text{kecepatan}} \right)^{0.5} \\
 &= \left(\frac{0.00059 \times 4}{3.14 \times 1} \right)^{0.5} \\
 &= 0.027 \text{ m} \approx 0.0282 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{Outer diameter pipa} = 0.032 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan cek} &= Q : (0.25 \times \pi \times D^2) \\
 &= 0.00059 : (0.25 \times 3.14 \times 0.0282^2) \\
 &= 0.95 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien kekasaran pipa} = 150 \text{ (PVC)}$$

$$H_{\text{statik}} = 2.85 \text{ m}$$

$$\text{Panjang pipa discharge} = 5.35 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 H_f \text{ discharge} &= \frac{L}{(0.00155 \times D^{2.63} \times C)^{1.85}} \times Q^{1.85} \\
 &= \frac{5.35 \text{ m}}{(0.00155 \times 2.82^{2.63} \times 150)^{1.85}} \times 0.59^{1.85} \\
 &= 0.64 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_f \text{ mayor losses} &= H_f \text{ discharge} \\
 &= 0.64 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{Aksesoris bend } 90^\circ$$

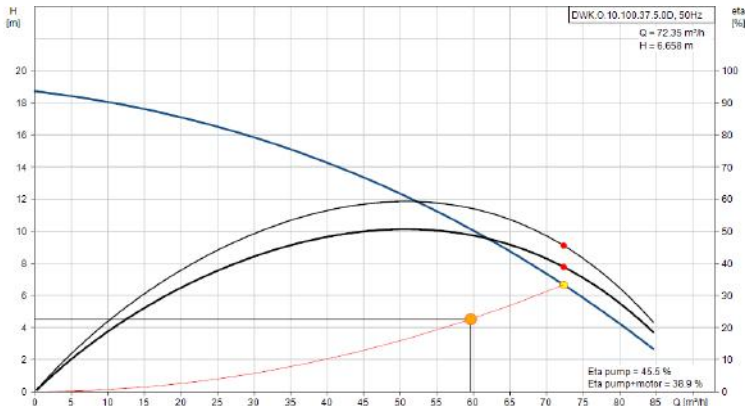
$$\text{Jumlah} = 2 \text{ buah}$$

$$K = 4.4$$

$$\begin{aligned}
 H_m \text{ bend } 90^\circ &= n \times \frac{K \times v^2}{2 \times g} \\
 &= 2 \times \frac{4.4 \times 0.95^2}{2 \times 9.81} \\
 &= 0.4 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$H_f \text{ minor losses} = H_m \text{ bend } 90^\circ$$

$$\begin{aligned}
 &= 0.4 \text{ m} \\
 \text{Hf sisa tekan} &= 0.9 \text{ m (rencana)} \\
 \text{Hf pengaruh kecepatan} &= \frac{v^2}{2 \times g} \\
 &= \frac{0.95^2}{2 \times 9.81} \\
 &= 0.046 \text{ m} \\
 \text{Head pompa} &= \text{Hf mayor losses} + \text{Hf minor losses} + \text{H statis} + \text{Hf sisa tekan} + \text{Hf pengaruh kecepatan} \\
 &= 0.64 \text{ m} + 0.4 \text{ m} + 2.85 \text{ m} + 0.9 \text{ m} + 0.046 \text{ m} \\
 &= 4.84 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Gambar 5.44 Spesifikasi Pompa Bak Penampung

Pemilihan pompa menggunakan bantuan grafik Pompa Grundfos di www.grundfos.com. Pompa *submersible* yang sesuai dengan debit dan *head* pemompaan adalah jenis pompa Grundfos DWK.O.10.100.37.5.0D - 96922651. Spesifikasi pompa sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Q maksimum} &= 66 \text{ m}^3/\text{h} \\
 \text{Head maksimum} &= 18.1 \text{ m} \\
 \text{Power} &= 3.7 \text{ kW}
 \end{aligned}$$



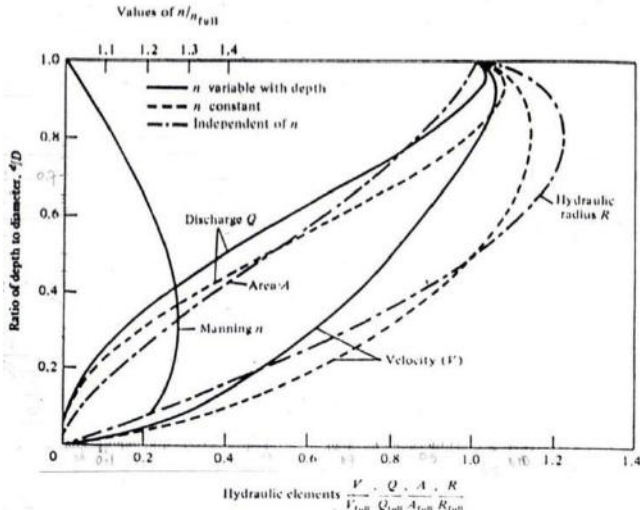
Gambar 5.45 Pompa Unit Bak Penampung

5.5.6. Rancangan SPAL

Sistem penyaluran air limbah direncanakan dari lantai dasar gedung rumah susun menuju ke unit pengolahan *anaerobic baffle reactor*, *aerobik biofilter*, dan bak penampung yang dapat dilihat pada lampiran E gambar 15. Berikut adalah contoh perhitungan dari dimensi sistem penyaluran air limbah:

Contoh Perhitungan untuk pipa A – B

Q ave	= 0.00036 m ³ /s
Q peak	= 0.0006 m ³ /s
Elevasi awal	= +2.5
Elevasi akhir	= +2
Panjang pipa	= 58.5 m
Slope medan	= (2.5-2)/58.5 = 0.0085
Slope pipa	= 0.012
Jumlah penduduk (P)	= 301 jiwa
Q minimum	= 0.2 x Q ave x ((P/1000) ²)
	= 0.2 x 0.00036 x ((301/1000) ²)
	= 0.000006 m ³ /s



Gambar 5.46 Grafik Hydraulic Elements For Circular Sewer

Sumber : Metcalf and Eddy

Nilai d/D rencana yaitu 0.6, maka berdasarkan Gambar 5.44 diperoleh nilai $Q_{peak} / Q_{full} = 0.7$. Maka :

$$\begin{aligned} Q_{full} &= Q_{peak} / (Q_{peak} / Q_{full}) \\ &= 0.0006 \text{ m}^3/\text{detik} / 0.7 \\ &= 0.00086 \text{ m}^3/\text{detik} \text{ Untuk pipa} \end{aligned}$$

PVC, $n = 0.009$, maka :

$$\begin{aligned} Q &= 0.3117 / n \times (D)^{8/3} \times S^{1/2} \\ 0.0005 &= 0.3117 / 0.009 \times (D)^{8/3} \times (0.012^{1/2}) \\ &= 0.042 \text{ m} = 42 \text{ mm} \end{aligned}$$

Diperoleh diameter pipa berdasarkan perhitungan yaitu 46 mm. Sedangkan diameter pipa minimum yaitu 100 mm.

Setelah diperoleh diameter pipa, maka dilakukan perhitungan Q_{full} cek dengan diameter pipa yang digunakan.

$$\begin{aligned} Q &= 0.3117 / n \times (D)^{8/3} \times S^{1/2} \\ Q &= 0.3117 / 0.009 \times (0.100)^{8/3} \times (0.012)^{1/2} \\ Q_{full}' &= 0.00816 \text{ m}^3/\text{detik} \\ V_{full}' &= Q_{full}' / A_{full} \\ &= 0.00816 / 0.25 \times \pi \times D_{Pasar} \end{aligned}$$

$$= 0.00816 / 0.25 \times 3.14 \times 0.1$$

$$= 0.10 \text{ m/s}$$

$$Q_{\min} / Q_{\text{full}} = (0.000006 \text{ m}^3/\text{detik}) / (0.00816 \text{ m}^3/\text{detik})$$

$$= 0.0008$$

Syarat dimensi pipa air limbah adalah V_{\min} dalam rentang 0.6-3 m/detik agar tidak terjadi pengendapan. Selain itu nilai D_{\min} atau diameter basah yang dilewati air harus $> \frac{1}{2}$ dari diameter pipa untuk menjaga agar padatan tetap terbawa oleh air dan tidak terjadi pengendapan. Namun dalam perencanaan sistem penyaluran air limbah dari rumah susun menuju unit pengolahan air limbah, kecepatan minimum 0.6 m/detik tidak harus dipenuhi. Hal tersebut terjadi karena adanya penggelontoran dari masing-masing unit pada alat-alat plambing saat debit puncak, sehingga kecepatan minimum dapat kurang dari 0.6 m/detik. Perhitungan dimensi pipa untuk masing-masing jalur dapat dilihat pada Tabel 5.19

Tabel 5.19 Perhitungan Dimensi Pipa Air Limbah

no	jalur	panjang pipa	jumlah penduduk	elevasi medan		slope medan	slope pipa	Q average	fp	Q peak
		m	jiwa	awal	akhir			(m ³ /s)		(m ³ /s)
1	A-B	58.5	301	2.5	2	0.00854701	0.01196581	0.000362315	1.66	0.000601443
2	B-ABR	0.5	301	2	2	0	0.04	0.000362315	1.66	0.000601443
3	C-D	2.6	301	2	2	0.01923077	0.01923077	0.000362315	1.66	0.000601443
4	D-Bak penampung	3.5	301	2	2	0.01428571	0.01428571	0.000362315	2.66	0.000963757

jalur	d/D	Q peak/Qfull	Q full	n	D hitungan	D hitungan	D pasaran	D pasaran	Q full'	V full	Q min	Q min/Q full
			(m ³ /s)		(m)	(mm)	(mm)	(m)	(m ³ /s)			
A-B	0.6	0.7	0.0008592	0.009	0.042989415	42.98941	100	0.1	0.008162	0.103975	6.56522E-06	0.00080436
B-ABR	0.6	0.7	0.0008592	0.009	0.034283839	34.28384	100	0.1	0.014923	0.190103	6.56522E-06	0.00043994
C-D	0.6	0.7	0.0008592	0.009	0.039330215	39.33021	100	0.1	0.010347	0.131812	6.56522E-06	0.00063449
D-Bak penampung	0.6	0.7	0.0013768	1.009	0.291299609	291.2996	100	0.1	7.95E-05	0.001013	6.56522E-06	0.08253138

5.5.7. Penanaman SPAL

Setelah diketahui dimensi pipa SPAL yang digunakan, maka dilakukan perhitungan penanaman pipa. Penanaman pipa mengikuti slope pipa yang telah ditetapkan sebelumnya. Berikut contoh perhitungan penanaman dari sistem penyaluran air limbah:

Contoh perhitungan untuk pipa A-B

Slope pipa A – B = 0.012

Muka Tanah

- Elevasi tanah awal (a) : 2.5 m

- Elevasi tanah akhir (b) : 2.0 m

Panjang pipa (L) : 58.5 m

Slope pipa (S) : 0.012 m

Diameter pipa : 100 mm = 0.1 m

Kedalaman penanaman awal : 0 m

Elevasi awal pipa

Elevasi atas = Elevasi muka awal – Kedalaman awal
= 2.5 – 0 = 2.5 m

Elevasi bawah = Elevasi atas awal pipa – diameter pipa
= 2.5 – 0.1 = 0.2.4 m

Elevasi akhir pipa

Elevasi atas = Elevasi atas awal pipa – ΔH
= 2.5 – (45 x 0.012) = 1.8 m

Elevasi bawah = Elevasi atas pipa akhir - diameter pipa
= 1.8 – 0.1 = 1.7 m

Kedalaman penanaman

Kedalaman penanaman Awal = 2.5 – 2.4 = 0.1 m.

Kedalaman penanaman Akhir = 2.0 – 1.7 = 0.3 m.

Perhitungan kedalaman penanaman pipa dapat dilihat pada Tabel 5.20.

Tabel 5.20 Perhitungan Penanaman Pipa Air Limbah

no	jalur	panjang pipa (m)	elevasi medan		slope medan	slope pipa	diameter (m)	Headloss (m)	Elevasi pipa awal (m)		elevasi pipa akhir (m)		kedalaman penanaman	
			awal	akhir					atas	bawah	atas	bawah	awal	akhir
1	A-B	58.5	2.5	2	0.0085	0.012	0.1	0.0002	2.5	2.4	1.8	1.7	0.1	0.3
2	B-IPAL	0.5	2	2	0	0.04	0.1	0.08	1.8	1.7	1.8	1.7	0.3	0.3
3	C-D	2.6	2	2	0	0.012	0.1	0.0074	1.8	1.7	1.75	1.65	0.3	0.4
4	D-Bak penampung	3.5	2	2	0	0.014	0.1	0.0041	1.75	1.65	1.7	1.6	0.35	0.4

5.5.8. Penyusunan Prosedur Pengoperasian dan Pemeliharaan IPAL

IPAL akan beroperasi dengan baik apabila limbah cair yang masuk ke dalam jaringan perpipaan diperhatikan secara penuh dalam tata cara pengoperasian. SOP dibutuhkan sebagai petunjuk dalam pengoperasian dan pemeliharaan bangunan IPAL untuk menghindari adanya kerusakan. Petunjuk ditujukan untuk pengguna yaitu penghuni dan Pengurus UPT Rumah Susun Sewa Gunung Anyar.

Petunjuk Pengoperasian IPAL

Petunjuk dalam pengoperasian unit IPAL adalah sebagai berikut:

1. Pipa
 - Periksa sambungan pipa pada instalasi untuk mencegah kebocoran pipa
2. Greasetrap portable
 - Pastikan pipa menuju greasetrap tidak tersumbat
3. Anaerobic Baffle Reactor
 - Pastikan pipa yang digunakan berkualitas baik dan tidak retak
4. *Aerobic biofilter*
 - Pastikan pipa yang digunakan berkualitas baik dan tidak retak
 - Pastikan media sarang tawon dalam keadaan baik.
5. Bak pengumpul air olahan
 - Periksa pipa pompa dan pompa dalam keadaan baik

Petunjuk Pemeliharaan IPAL

Petunjuk dalam pemeliharaan unit IPAL adalah sebagai berikut:

1. Pompa dan pipa
 - Bersihkan lumpur yang mengendap di pipa
2. Greasetrap
 - Hapus semua isi grease trap hingga kosong.
 - Jangan gunakan air panas, minyak pelumas, atau sabun untuk membersihkan interior perangkat.
 - Mengikis semua dinding dalam, baffle, dan layar untuk memastikan pergerakan air melalui unit.

- Periksa dan perhatikan kondisi tangki, baffle, dan semua komponen yang dapat dilepas. Jadwal perbaikan atau penggantian yang diperlukan.
 - Pastikan cukup bahan penyerap telah ditempatkan dalam tas untuk menyerap semua cairan berlebih. Tambahkan lebih jika diperlukan.
 - Pengurasan minyak dan lemak setiap hari supaya tidak terjadi penyumbatan pipa dan penumpukkan minyak dan lemak
3. Anaerobic Baffle Reactor
 - Dilakukan pengurasan maksimal 2 tahun sekali agar efektivitas dan efisiensi tercapai sesuai dengan target perencanaan
 4. *Aerobic biofilter*
 - Melakukan pencucian media filter setiap 6 bulan sekali
 - Melakukan pengurasan lumpur secara rutin (setiap setahun sekali)
 5. Bak pengumpul air olahan
 - Dilakukan pengurasan dan pembersihan bak pengumpul 2 tahun sekali

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari pembahasan dan hasil yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yang dapat memberikan manfaat bagi UPT pengelola Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya. Sebagai berikut kesimpulan :

1. Hasil kajian dari sistem penyediaan air bersih adalah:
 - a. Kualitas air minum pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar tidak memenuhi baku mutu dan tidak layak untuk di konsumsi, sesuai dengan hasil uji lab pada parameter kekeruhan, total koliform dan sisa klor tidak memenuhi baku mutu.
 - b. Perpipaan sistem penyediaan air bersih berfungsi dengan baik dan sudah sesuai SNI 8153-2015.
 - c. Tangki dasar eksisting sudah memenuhi kebutuhan air dalam sehari yakni 159.72 m^3 , sedangkan tangki dasar mampu menampung sebanyak 216 m^3 .
 - d. Tangki atap tidak memenuhi kebutuhan pemakaian puncak.
 - e. Dari hasil survei dan pengamatan, didapatkan pola pemakaian air tertinggi pada pagi hari yaitu jam 05.00-06.00 dan pada malam hari yaitu jam 17.00-18.00.
2. Hasil kajian dari sistem penyaluran air limbah adalah:
 - a. Sistem penyaluran air limbah, diameter pipa *blackwater* eksisting sudah sesuai dengan hasil perhitungan dan SNI 03-7065-2005.
 - b. Sistem penyaluran air limbah, diameter pipa *grey water* eksisting terlalu besar dari hasil perhitungan.
 - c. Sedangkan untuk sistem ven pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar belum sesuai dengan SNI 8153-2015, karena pada lantai 5 menuju atap mengalami pengecilan.
 - d. Susahnya kloset untuk digelontor dan meluapnya air dari kloset merupakan kelalaian penghuni yang membuang sampah kedalam pipa penyaluran air limbah, sehingga terjadi penyumbatan.
3. Hasil Kajian dari instalasi pengolahan air limbah adalah :

- a. Kondisi eksisting instalasi pengolahan air limbah terjadi kebocoran dan pipa effluen berada dibawah muka air saat hujan sehingga terjadi arus balik dan unit ipal mengalami *overloading*.
- b. Perencanaan instalasi pengolahan air limbah pada Rumah Susun Sewa Gunung Anyar menggunakan unit :
 - *Anaerobic Baffle Reactor* dengan kapasitas 59.61 m³/hari, memiliki efisiensi penyisihan BOD, COD, dan TSS berturut-turut adalah 75.5%, 70.5%, 89.15%
 - *Aerobic biofilter* memiliki efisiensi penyisihan BOD, COD, dan TSS berturut-turut adalah 84%, 81.2%, 90%.
 - Bak penampung yang berfungsi untuk menampung air hasil olahan sementara, kemudian di kuras otomatis untuk disalurkan ke drainase. Sehingga tidak akan terjadi aliran balik.
4. Hasil kajian pengelolaan sampah adalah :
 - a. Dari hasil perhitungan didapatkan waktu pengangkutan adalah 3 hari.
 - b. Dari hasil perhitungan didapatkan sampah yang dapat reduksi per harinya 85,56%.
 - c. Penghuni Rumah Susun Sewa Gunung Anyar antusias dan bersedia apabila pihak UPT Rumah Susun Sewa Gunung Anyar membuat sistem 3R.

6.2 Saran

Dari pembahasan dan hasil yang telah dilakukan, maka ada beberapa saran yang dapat diberikan kepada UPT pengelola Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya. Saran tersebut adalah :

1. Melakukan koordinasi antara UPT Pengelola Rumah Susun Sewa Gunung Anyar dengan penghuni rumah susun agar untuk menjaga dan merawat sistem plambing agar tidak cepat rusak.
2. Menambahkan pompa air pada tangki dasar dengan spesifikasi yang sama, agar memenuhi kebutuhan air saat jam puncak.
3. Melakukan pembersihan rutin tangki dasar, tangki atap dan sistem plambing sesuai dengan SNI 03-6481-2000 agar air

yang digunakan oleh penghuni tidak menimbulkan penyakit dan layak untuk digunakan.

4. Melakukan pembangunan ulang instalasi pengolahan air limbah dengan perencanaan yang sudah penulis rencanakan, agar tidak mencemari sungai dan juga instalasi dapat berjalan dengan baik sesuai dengan fungsinya
5. Dilakukan pengangkutan sampah setiap 3 hari sekali untuk mencegah menumpuknya sampah oleh *dump truck* TPS terdekat, dan juga membangun bank sampah, membuat sistem kepengurusan dari sistem 3R, serta menggaet pihak ke-3 bank sampah yang sudah mengerti dan paham sistem 3R.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2005. SNI 03-7065-2005 : **Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing**. Jakarta
- Badan Standardisasi Nasional. 2015. SNI 8153-2015 : **Sistem Plambing Pada Bangunan Gedung**. Jakarta
- Götzenberger, J. 2009. **Praxis-oriented Training Manual Decentralized Wastewater Treatment Systems (DEWATS)**. New Delhi: BORDA.
- Juwana S, Jimmy. 2005. **Sistem Bangunan Tinggi**. Jakarta : PT. Erlangga
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. 2011. **Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan**. Jakarta: Kementrian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kurniade, D., Chr. Kunze. 2008. **Constructed Wetland to Treat House Waste Water in Bandung**, Indonesia. <http://jurnalkopertis4.tripod.com/1201>. Htm. Acces on 29th August 2018
- Kuswahyono, Imam. 2004. **Hukum Rumah Susun : Suatu Bekal Pengantar**. Malang : Bayumedhia Publishing
- Menteri Pekerjaan Umum. 2010. Peraturan menteri pekerjaan umum Nomor 14 /PRT/M/2010. **Tentang Standar Pelayanan Minimal Bidang Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang**. Jakarta : Kementrian pekerjaan umum
- Metcalf & Eddy. 2003. **Wastewater Engineering : Treatment Disposal, and Reuse**. Mc Graw Hill Book Co. Singapore.
- Metcalf & Eddy. 2014. **Wastewater Engineering Treatment And Resource Recovery, Fifth Edition (Volume I)**. Newyork : McGrawhill Company
- Mohamed, R. M. S.. 2014. **The Use of Filter Media Added with Peat Soil for Household Greywater Threatment**. GSTF Internastional Journal of Engineering Technology (JET). 2. (4)
- Noerbambang, SM dan Morimura T,. 2000.**Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing**. Jakarta : Pradnya Paramita

- Naoko, N. 2005. **Suitability Of Grey water Treatment For Sustainable Sanitation Sistem**. Proceeding International Symposium On Ecohydrology.
- Pathan, A. A. dan Rasool B.M. 2011. **Preliminary Study of Greywater Treatment Thought Rotating Biological Contractor**. Mehran University Research Journal of Engineering and Technology. 30. (3)
- Pandebesie, E.S. 2005. **Buku Ajar Teknik Pengelolaan Sampah**. Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS.
- Peraturan Gubernur Jatim no 72 Tahun 2013. 2013. **Baku Mutu Air Limbah Domestik di Jawa Timur**.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010. **Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum**.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017. **Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, Dan Pemandian Umum**.
- Peraturan Walikota No.55 Tahun 2005. **Tentang Tarif Air Minum Dan Struktur Pemakaian Air Minum Perusahaan Daerah Air Minum Kota Surabaya**. Surabaya
- Presiden Republik Indonesia. 2011. Undang-Undang Republik Indonesia No. 20 Tahun 2011 tentang Rumah Susun Sewa. Jakarta. Indonesia
- Ruliasih dan Said, Nusa Idaman. 2005. **Tinjauan Aspek Teknis Pemilihan Media Biofilter Untuk Pengolahan Air Limbah**. Direktorat Teknologi Lingkungan BPPT.
- Sasse, Ludwig. 1998. **DEWATS Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries**.
- Sasse, L., Guttere, B., Panzerbieter, T., dan Reckerzugel, T. 2009. **Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitattion in Developing Countries**. USA : BORDA
- Sevilla, C. G. 2007. **Research Methods**. Quezon City : Rex Printing Company.
- Suhardiyanto. 2016. **Perancangan Sistem Plambing Instalasi Air Bersih Dan Air limbah Pada Pembangunan Gedung**

Perkantoran Bertingkat Tujuh Lantai. Jurnal Teknik Mesin, 05 (03), Hal 90-96
Walikota. 2005. Peraturan Walikota No.55 Tahun 2005. **Tentang Tarif Air Minum Dan Struktur Pemakaian Air Minum Perusahaan Daerah Air Minum Kota Surabaya.** Surabaya.

LAMPIRAN A
KUISIONER DAN TARIF
AIR DI SURABAYA

LAMPIRAN
Formulir Kuesioner Kepuasan Penghuni Rumah Susun Sewa Gunung Anyar Kota Surabaya

Nama : Moth. Ependy. No Unit : 501

No Hp : 083845371195 Jumlah Penghuni di Unit : 3 Orang.

No	Apakah Anda Puas Dengan :	Sangat Tidak Puas	Tidak Puas	Cukup Puas	Puas	Sangat Puas	Keterangan Lain
		1	2	3	4	5	
1	Kualitas air bersih (bau, rasa dan warna)			✓			Londan tidak dibersihkan. Batuk-gatal.
2	Kecukupan pemakaian air bersih				✓		
3	Perawatan rutin pipa air bersih		✓				
4	Perawatan rutin pipa air buangan	✓					
5	Pengelolaan Sampah				✓		cepat saft.

- Penggunaan air untuk mandi terbanyak pada jam:
 (a) 05.00-06.00 c. 06.00-07.00
 (b) 17.00-18.00 d. 18.00-19.00
- Apakah anda pernah mendapati debit air bersih menjadi kecil?
 (a) Ya b. tidak
 Pada pukul berapa saja?

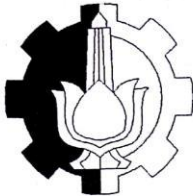
- Apakah anda pernah mendapatkan kloset susah untuk di gelontor?
 a. Ya
 (b) Tidak
 c. Sering
- Apakah penghuni pernah membuang sampah kedalam pipa cucian dapur dan kloset?
 a. Ya
 (b) Tidak
 c. Sering
- Ukuran tempat sampah/kantung plastic yang digunakan:
 (a) Small (1kg) c. large (5kg)
 (b) Medium (3kg) d. extra large (10kg)
- Sampah dibuang setiap:
 (a) 1 hari sekali c. 3-4 hari sekali
 b. 2 hari sekali d. 1 minggu sekali
- Apakah penghuni melakukan pemilahan sampah kompos dan non kompos sebelum sampah dibuang ke shaft?
 a. Ya (b) tidak
- Apakah penghuni bersedia apabila, diberlakukan peraturan oleh pengurus rumah susun untuk melakukan pemilahan sampah kompos dan non kompos sebelum di buang ke shaft sampah?
 (a) Ya b. tidak

Hdke : mesin kugan kena kugan
 Bau amis

KLASIFIKASI PELANGGAN DAN TARIP AIR MINUM PDAM KOTA SURABAYA

Berdasarkan Peraturan Walikota No. 55 Tahun 2005 tanggal 29 Nopember 2005 tentang Tarip Air Minum dan Struktur Pemakaian Air Minum Perusahaan Daerah Air Minum Kota Surabaya, dan berdasarkan Peraturan Perusahaan, Perusahaan Daerah Air Minum Kota Surabaya No. 04 Tahun 2008 tanggal 03 Maret 2008 tentang Klasifikasi Kelompok Pelanggan Air Minum, maka dengan ini ditetapkan pengelompokan pelanggan PDAM Kota Surabaya.

KLASIFIKASI	Kode Tarip	Pemak. Air (M ³)	Tarip Air (Rp/M ³)	Pemak. Air (M ³)
1	2	3	4	5
KELOMPOK PELANGGAN I 1. Hidran umum; 2. Tempat ibadah; 3. Rumah susun sewa (Rusunawa).	1	Non Progresif	600	10
KELOMPOK PELANGGAN II 1. Pondok Pesantren, Panti Asuhan, Panti Jompo, Panti Sosial; 2. Sekolah negeri, Madrasah, Sekolah swasta (TK, SD, SLTP, SLTA) dengan akreditasi C; 3. Balai pertemuan RT dan RW; 4. Rumah susun milik (Rusunami) dengan penjualan curah; 5. Rumah tangga (RT) 1, yaitu : Kelompok pelanggan rumah tangga yang memenuhi semua kriteria sebagai berikut : a. Didepannya terdapat jalan dengan lebar termasuk saluran/got dan berm < 3 meter; b. Daya listrik terpasang < 1300 VA; c. Nilai Jual Obyek Pajak (NJOP) < Rp.50 juta; d. Luas bangunan < 36 m ² .	2A	0 - 10 11 - 20 21 - 30 >30	350 600 900 1.800	10
KELOMPOK PELANGGAN III 1. Layanan kesehatan milik Pemerintah (Puskesmas, Poliklinik, BKIA, Rumah Sakit) non komersial; 2. Kamar mandi umum, ponton / WC umum.	2B	0 - 10 11 - 20 >20	500 1.000 2.250	10
KELOMPOK PELANGGAN IV 1. Rumah tangga (RT) 2, yaitu : Kelompok pelanggan rumah tangga yang tidak memenuhi salah satu kriteria RT3, RT4, RT5 dan memenuhi salah satu kriteria sebagai berikut : a. Didepannya terdapat jalan dengan lebar termasuk saluran/got dan berm ≥ 3 meter akan tetapi < 5 meter; b. Daya listrik yang terpasang < 1300 VA; c. Nilai Jual Obyek Pajak (NJOP) ≥ Rp.50 juta akan tetapi < Rp.150 juta; d. Luas bangunan ≥ 36 m ² akan tetapi < 120m ² .	3A	0 - 10 11 - 20 >20	500 1.200 1.900	10



**LABORATORIUM MANAJEMEN KUALITAS LINGKUNGAN
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

DATA ANALISA CUPLIKAN

Dikirim Oleh : Sdr. Rizki Prima Aditya
Dikirim Tanggal : 04 Desember 2018
Sampel Dari : Air Minum

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	7,30	pHmeter
2	Aluminium	mg/L Al	0,08	AAS
3	Total Koliform	MPN/100 mL	70	Fermentasi Multi Tabung
4	Kekeruhan	NTU	7	Spektrofotometer

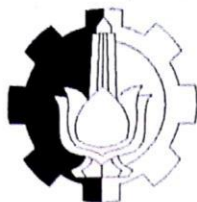
Surabaya, 12 Desember 2018
Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan
Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS



Nieke Karnaningroem, MSc.
NIP. 195501281985032001

Catatan :

- Laporan ini dibuat untuk cuplikan yang diterima laboratorium kami



**LABORATORIUM MANAJEMEN KUALITAS LINGKUNGAN
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387**

DATA ANALISA LIMBAH CAIR

Dikirim Oleh : Sdr. Rizki Prima Aditya
Dikirim Tanggal : 04 Desember 2018
Sampel Dari : Air Limbah Domestik

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik*)	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	6 – 9	6,80	pHmeter
2	TSS	mg/L	50	564,00	Gravimetri
3	COD	mg/L O ₂	50	589,00	Reflux/Tetrimetri
4	BOD	mg/L O ₂	30	382,00	Winkler
5	Minyak & Lemak	mg/L	10	8,00	Gravimetri

Surabaya, 12 Desember 2018
Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan
Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS
Kepala



Prof. Dr. Ir. Nuke Karnaningroem, MSc.
NIP. 195501281985032001

Catatan :
*).SK. Gub. Jatim No. 72 Tahun 2013
- Laporan ini dibuat untuk cuplikan air
yang diterima laboratorium kami
(-) Tidak Disyaratkan

LAMPIRAN B
SISTEM PENYEDIAAN
AIR BERSIH

Lantai 5

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 5 Kamar 501	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt5	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 501 – 502				501-502	12.5	0.5	6.25	32	32	1

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 5 Kamar 502	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt5	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 502 – 503				502-503	25	0.467	11.675	40	40	1.25

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 5 Kamar 503	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt5	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 503 – 504				503-504	37.5	0.375	14.0625	50	50	2

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 5 Kamar 504	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt5	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 504 – 505				504-505	50	0.3	15	50	50	2

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 5 Kamar 505	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt5	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 505 – 506				505-506	62.5	0.276	17.25	50	50	2

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 5 Kamar 506	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt5	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 506 – 507				506-507	75	0.2567	19.2525	50	50	2

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 5 Kamar 507	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt5	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 507 – 508				507-508	87.5	0.24	21	50	50	2

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 5 Kamar 508	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt5	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 508 - 509				508-509	100	0.23	23	65	65	2.5

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 5 Kamar 509	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt5	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 509 - 510				509-510	112.5	0.215	24.1875	65	65	2.5

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 5 Kamar 510	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt5	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 510 - 511				510-511	125	0.2	25	65	65	2.5

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 5 Kamar 511	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt5	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 511 - 512				511-512	137.5	0.1775	24.40625	65	65	2.5

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 5 Kamar 512	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt5	12.5	0.33	4.125	32	32	1

<i>Shaft</i>	Pipa Kamar 512 - 513				512-513	150	0.18	27	65	65	2.5
--------------	----------------------	--	--	--	---------	-----	------	----	----	----	-----

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekuivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 5 Kamar 513	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt5	12.5	0.33	4.125	32	32	1
<i>Shaft</i>	Pipa Kamar - Pipa Cabang Tandon				lt5-A	200	0.154	30.8	65	65	2 1/2
	Pipa Cabang Tandon - Pipa Tandon				A-tandon	400	0.1173	46.92	80	80	3

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekuivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1

Lantai 5 Kamar 514	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt5	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 514 - 513				514-513	37.5	0.375	14.0625	50	50	2

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 5 Kamar 515	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt5	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 515 - 514				515-514	25	0.467	11.675	40	40	1.25

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 5 Kamar 516	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt5	12.5	0.33	4.125	32	32	1

<i>Shaft</i>	Pipa Kamar 516 - 515				516-515	12.5	0.5	6.25	32	32	1
--------------	-------------------------	--	--	--	---------	------	-----	------	----	----	---

Lantai 4											
Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 4 Kamar 401	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt4	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 401 - 402				401-402	12.5	0.5	6.25	32	32	1

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 4 Kamar 402	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt4	12.5	0.33	2.2	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 402 - 403				402-403	25	0.467	11.675	40	40	1.25

Daerah	Alat Plambing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 4 Kamar 403	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt4	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 403 - 404				403-404	37.5	0.375	14.0625	50	50	2

Daerah	Alat Plambing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 4 Kamar 404	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt4	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 404 - 404				404-404	50	0.3	15	50	50	2

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 4 Kamar 404	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt4	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 404 - 406				404-406	62.5	0.276	17.25	50	50	2

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 4 Kamar 406	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt4	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 406 - 407				406-407	75	0.2567	19.2525	50	50	2

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 4 Kamar 407	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt4	10.3	0.33	8.1	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 407 - 408				407-408	87.5	0.24	2.2	50	50	2

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 4 Kamar 408	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt4	25	0.33	8.25	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 408 - 409				408-409	100	0.23	23	65	65	2.5

Daerah	Alat Plambing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 4 Kamar 409	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt4	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 409 - 410				409-410	112.5	0.215	24.1875	65	65	2.5

Daerah	Alat Plambing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 4 Kamar 410	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt4	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 410 - 411				410-411	125	0.2	25	65	65	2.5

Daerah	Alat Plambing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 4 Kamar 411	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt4	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 411 - 412				411-412	137.5	0.1775	24.40625	65	65	2.5

Daerah	Alat Plambing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 4 Kamar 412	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt4	12.5	0.33	2.2	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 412 - 413				412-413	150	0.18	27	65	65	2.5

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 4 Kamar 413	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt4	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 413 – 414				413-414	162.5	0.171	27.7875	65	65	2.5

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 4 Kamar 414	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt4	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 414 - 415				414-415	175	0.166	29.05	65	65	2.5

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 4 Kamar 415	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt4	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 415 - 416				416-415	187.5	0.16	30	65	65	2.5

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 4 Kamar 416	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt4	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 416 - cabang tandon				416-cabang tandon	200	0.154	30.8	65	65	2.5

Lantai 3											
Daerah	Alat Plambing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 3 Kamar 301	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt3	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 301 - 302				301-302	12.5	0.5	6.25	32	32	1

Daerah	Alat Plambing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 3 Kamar 302	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt3	12.5	0.33	2.2	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 302 - 303				302-303	25	0.467	11.675	40	40	1.25

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 3 Kamar 303	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt3	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 303 - 303				303-303	37.5	0.375	14.0625	50	50	2

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 3 Kamar 303	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt3	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 303 - 303				303-303	50	0.3	15	50	50	2

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 3 Kamar 303	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt3	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 303 - 306				303-306	62.5	0.276	17.25	50	50	2

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 3 Kamar 306	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt3	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 306 - 307				306-307	75	0.2567	19.2525	50	50	2

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 3 Kamar 307	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt3	10.3	0.33	8.1	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 307 - 308				307-308	87.5	0.24	2.2	50	50	2

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 3 Kamar 308	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt3	25	0.33	8.25	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 308 - 309				308-309	100	0.23	23	65	65	2.5

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 3 Kamar 309	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt3	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 309 - 310				309-310	112.5	0.215	24.1875	65	65	2.5

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 3 Kamar 310	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt3	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 310 - 311				310-311	125	0.2	25	65	65	2.5

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 3 Kamar 311	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt3	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 311 - 312				311-312	137.5	0.1775	24.40625	65	65	2.5

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 3 Kamar 312	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt3	12.5	0.33	2.2	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 312 - 313				312-313	150	0.18	27	65	65	2.5

Daerah	Alat Plambing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 3 Kamar 313	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt3	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 313-314				313-314	162.5	0.171	27.7875	65	65	2.5

Daerah	Alat Plambing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 3 Kamar 314	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt3	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 315- 314				315-314	175	0.166	29.05	65	65	2.5

Daerah	Alat Plambing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 3 Kamar 315	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt3	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 315 - 316				315-316	187.5	0.16	30	65	65	2.5

Daerah	Alat Plambing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 3 Kamar 316	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt3	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 316 – cabang tandon				316-cabang tandon	200	0.154	30.8	65	65	2.5

Lantai 2											
Daerah	Alat Plambing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 2 Kamar 201	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt2	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 201 - 202				201-202	12.5	0.5	6.25	32	32	1

Daerah	Alat Plambing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 2 Kamar 202	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt2	12.5	0.33	2.2	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 202 - 202				202-202	25	0.467	11.675	40	40	1.25

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 2 Kamar 202	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt2	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 202 - 202				202-202	37.5	0.375	14.0625	50	50	2

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 2 Kamar 202	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt2	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 202 - 202				202-202	50	0.3	15	50	50	2

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 2 Kamar 202	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt2	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 202 - 206				202-206	62.5	0.276	17.25	50	50	2

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 2 Kamar 206	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt2	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 206 - 207				206-207	75	0.2567	19.2525	50	50	2

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 2 Kamar 207	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt2	10.3	0.33	8.1	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 207 - 208				207-208	87.5	0.24	2.2	50	50	2

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 2 Kamar 208	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt2	25	0.33	8.25	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 208 - 209				208-209	100	0.23	23	65	65	2.5

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 2 Kamar 209	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt2	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 209 - 210				209-210	112.5	0.215	24.1875	65	65	2.5

Daerah	Alat Plumbing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 2 Kamar 210	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt2	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 210 - 211				210-211	125	0.2	25	65	65	2.5

Daerah	Alat Plambing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 2 Kamar 211	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt2	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 211 - 212				211-212	137.5	0.1775	24.40625	65	65	2.5

Daerah	Alat Plambing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 2 Kamar 212	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt2	12.5	0.33	2.2	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 212 - 212				212-212	150	0.18	27	65	65	2.5

Daerah	Alat Plambing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 2 Kamar 213	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt2	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 213 - 214				213-214	162.5	0.171	27.7875	65	65	2.5

Daerah	Alat Plambing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 2 Kamar 214	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt2	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 214-215				214-215	175	0.166	29.05	65	65	2.5

Daerah	Alat Plambing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 2 Kamar 215	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt2	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 215-216				215-216	187.5	0.16	30	65	65	2.5

Daerah	Alat Plambing	Metode	Ukuran Pipa Air Masuk Alat	Nilai Ekivalen Pipa 15 mm	Daerah	Jumlah Nilai	Faktor Pemakaian	Σ	Ukuran Pipa	Ukuran Pipa Pakai (mm)	Ukuran Pipa Pakai Pasar (inc)
Lantai 2 Kamar 216	Kran (pancuran)	Ekivalen	20	2.2	c2-kran	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Kloset		32	8.1	c2-kloset	8.1	1	8.1	32	32	1
	c2c1				c2-c1	10.3	0.5	5.15	32	32	1
	Kran (wastafel)		20	2.2	c1-wast	2.2	1	2.2	20	20	1/2
	Pipa Kamar				c1-lt2	12.5	0.33	4.125	32	32	1
Shaft	Pipa Kamar 216 – cabang tandon				216-cabang tandon	200	0.154	30.8	65	65	2.5

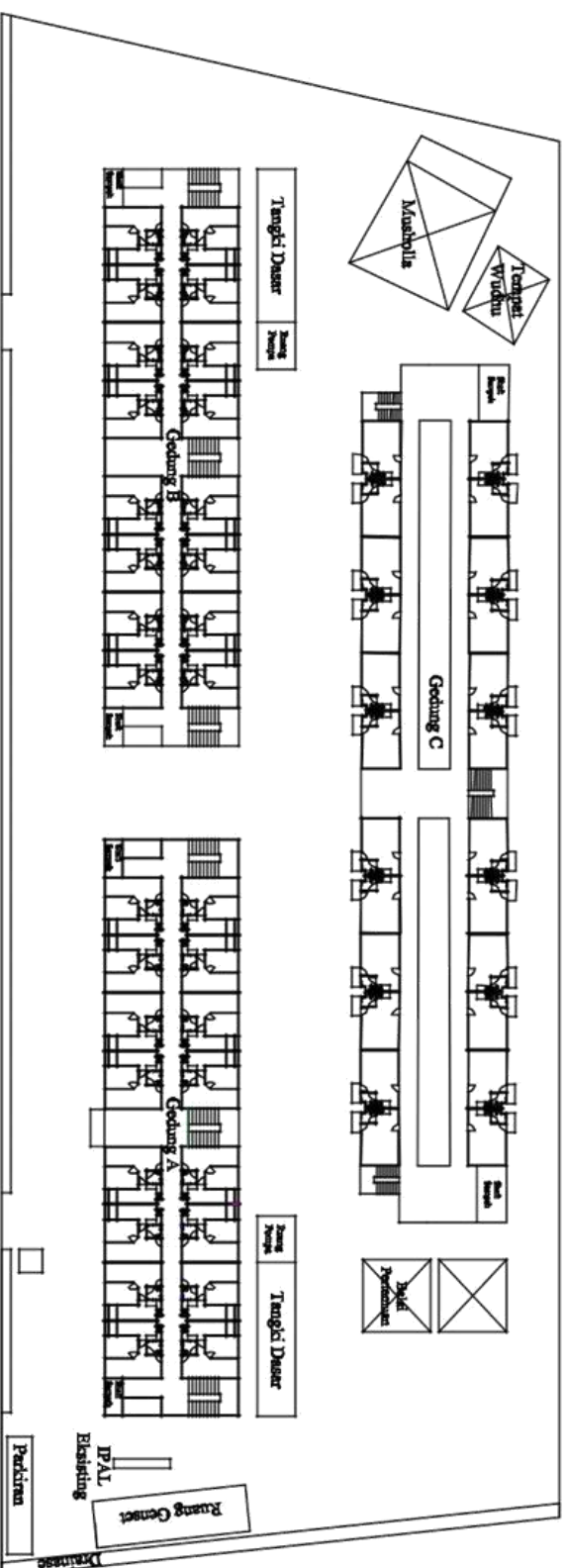


Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Layout Rumah Seseun Sewa Gunung Anyar

Legenda



Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc. Ph.D
NIP. 19600114 197903 1 001

Mahasiswa

Rizki Prima Aditya
03211540000006

Skala

1 : 800

No. Lembar Jumlah lembar

1 18








Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kehutanan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Layout Sistem Penyediaan Air
Bersih Lantai 5

Legenda

-  = Pipe RT ke Shaft
deter Ø 2,5
-  = Pipe Shaft Deter
Tlep Lantai Ø 1,5
-  = Pipe Deter ke Tlep
Kamar Ø 1
-  = Pipe Transfer Ø 3
-  = Tandon

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc. Ph.D
NIP. 19500114 197903 1 001

Mahasiswa

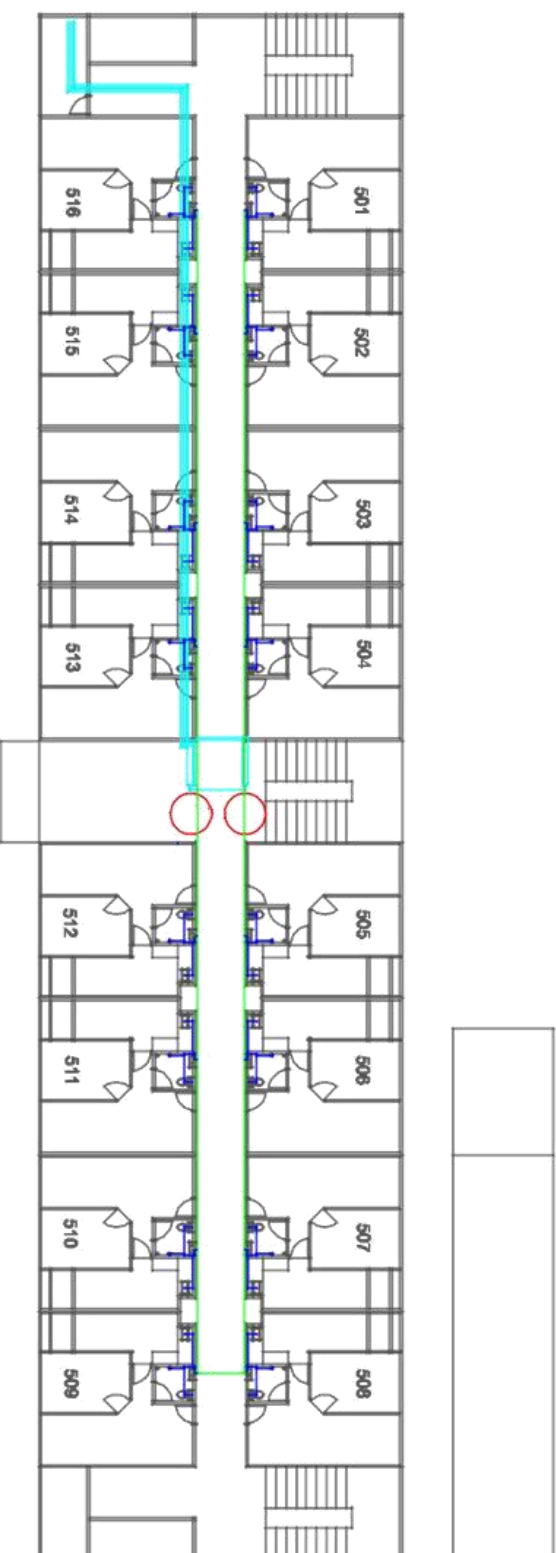
Rizki Prima Aditya
03211540000006

Skala

1 : 300

No. Lembar Jumlah lembar

2 18





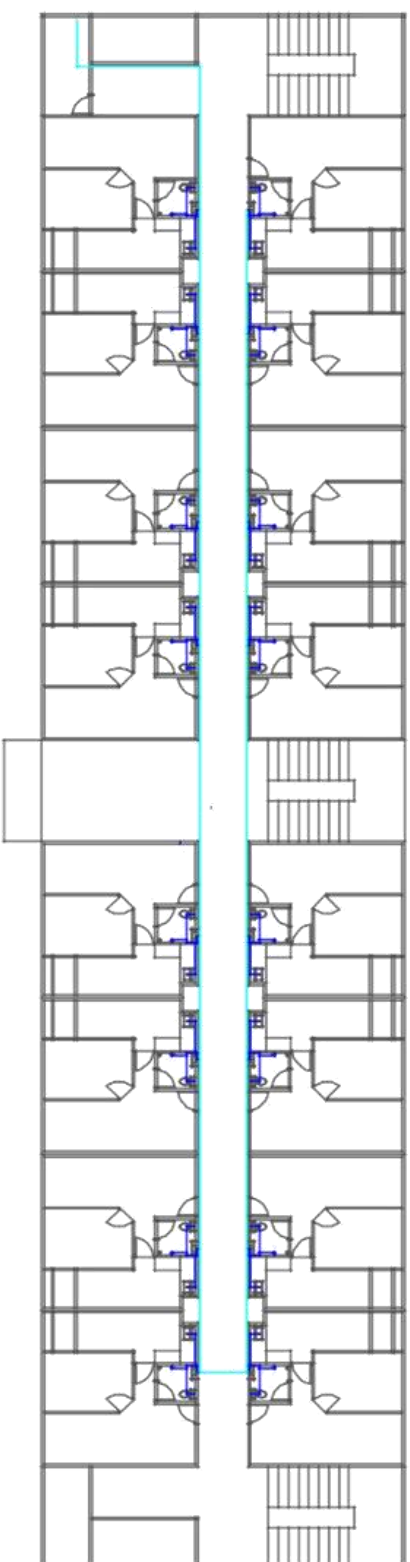
Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kehutanan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Layout Sistem Penyediaan Air Bersih Lantai 4 hingga 2

Legenda

- = Pipe Shaft Datar
- = Tap Lantai Ø 1,5
- = Pipe Datar ke Tap Kamar Ø 1



Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc. Ph.D
NIP. 19500114 197903 1 001

Mahasiswa

Rizki Prima Aditya
03211540000006

Skala

1 : 300

No. Lembar Jumlah lembar

3 18



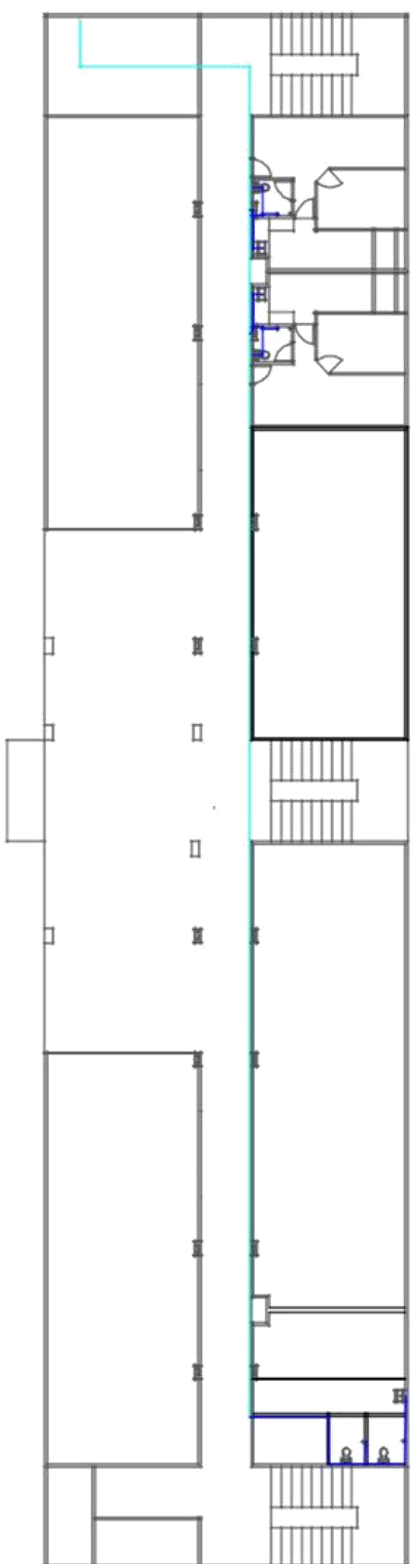
Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kehutanan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Layout Sistem Penyediaan Air Bersih Lantai 1

Legenda

- = Pipe Shaft Datar
- = Ttap Lantai Ø 1,5
- = Pipe Datar ke Ttap Kamar Ø 1



Dosen Pembimbing	
Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc. Ph.D NIP. 19500114 197903 1 001	
Mahasiswa	
Rizki Prima Aditya 03211540000006	
Skala	
1 : 300	
No. Lembar	Jumlah lembar
4	18



Disusun oleh: Thohir Lingsugeng
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Industri
Informatika dan Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Detail Sistem Penyediaan Air
Bersih Tiap Unit Hunian

Legenda

- = Pipa Shaft Datar
Tipe Lantai Ø 1.5
- = Pipa Datar ke
Tiap Kamar Ø 1
- 1. Kran Air
- 2. Kloset (Kalup Gelontor)
- 3. Sink Dapur
- 4. Meteran Air
- = Pasangan atau
beta

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc, Ph.D
NIP. 19500114 197903 1 001

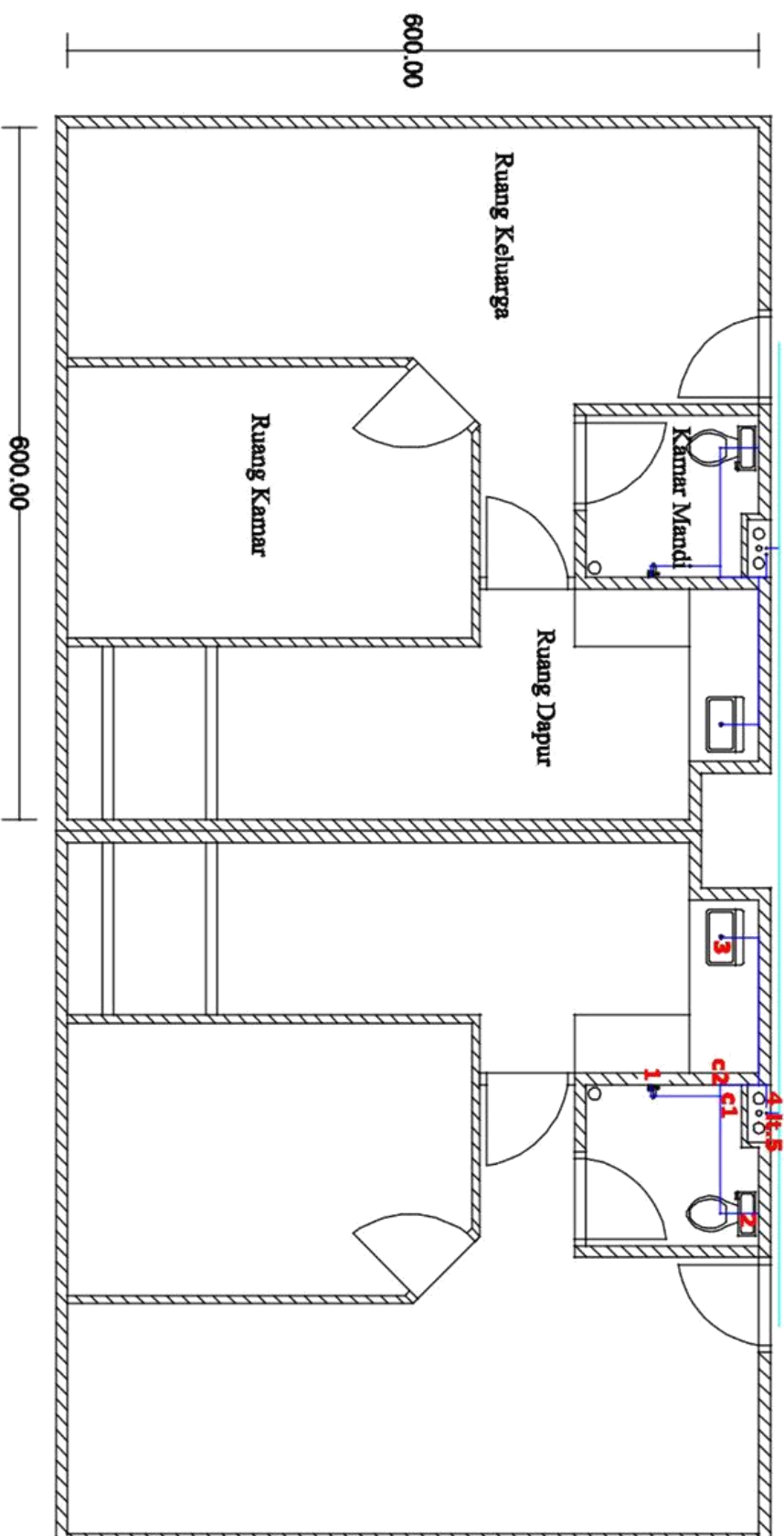
Mahasiswa

Rizki Prima Aditya
03211540000006

Skala

1 : 60

No. Lembar	Jumlah lembar
5	18





Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Industri
Instituk Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Potongan Bangunan Sistem
Penyediaan Air Bersih

Legenda

- = Pipa RT ke Shaft
dalar Ø 2.5
- = Pipa Shaft Datar
Tipe Lantai Ø 1.5
- = Pipa Transfer Ø 3

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc. Ph.D
NIP. 19500114 197903 1 001

Mahasiswa

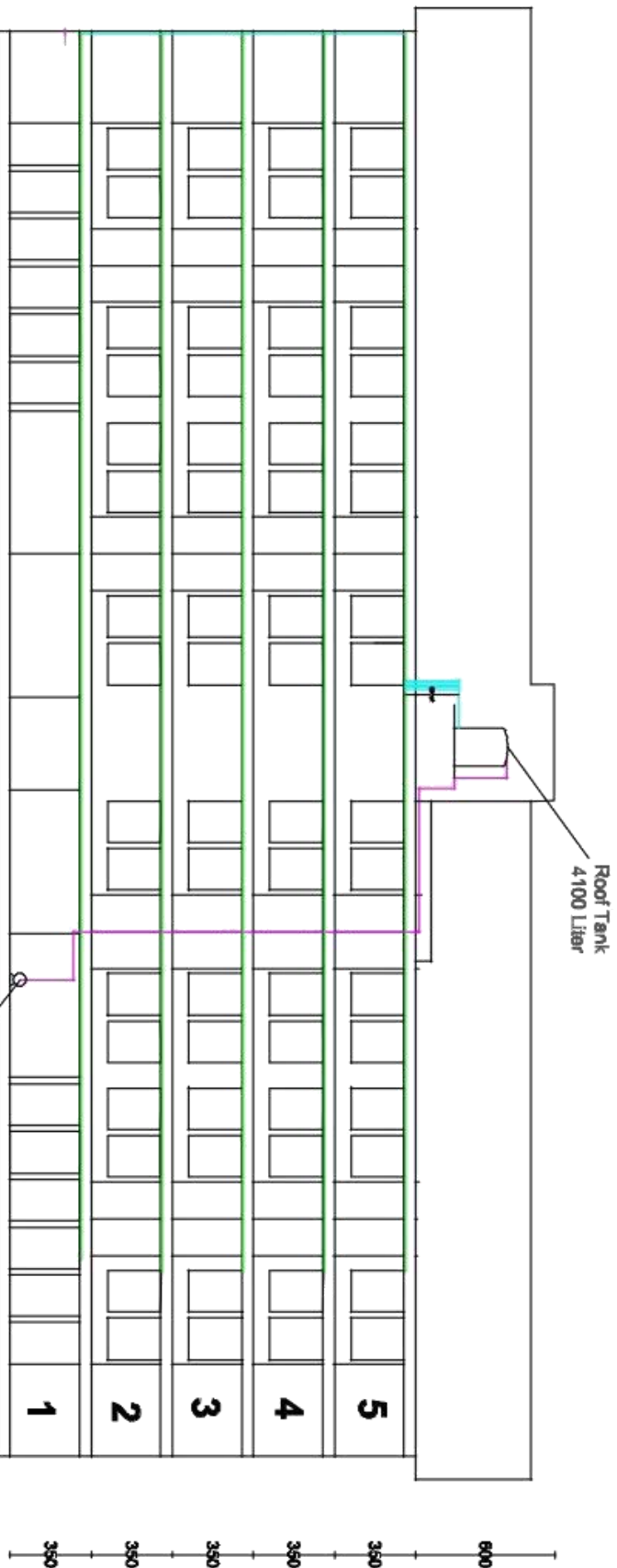
Rizki Prima Aditya
03211540000006

Skala

1 : 300

No. Lembar Jumlah lembar

6 18



LAMPIRAN C
SISTEM PENYALURAN
AIR LIMBAH



Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Detail Sistem Air Buangan Ttap
Unit Hunian

Legenda

- = Pipa Balok Water
Ø 3"
- = Pipa Grey Water
Ø 1"
- A. Sink Dapur
- B. Floor Drain
- C. Kloset Katup Gelontor
- = Pasangan atlu
bata

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc, Ph.D
NIP. 19500114 197903 1 001

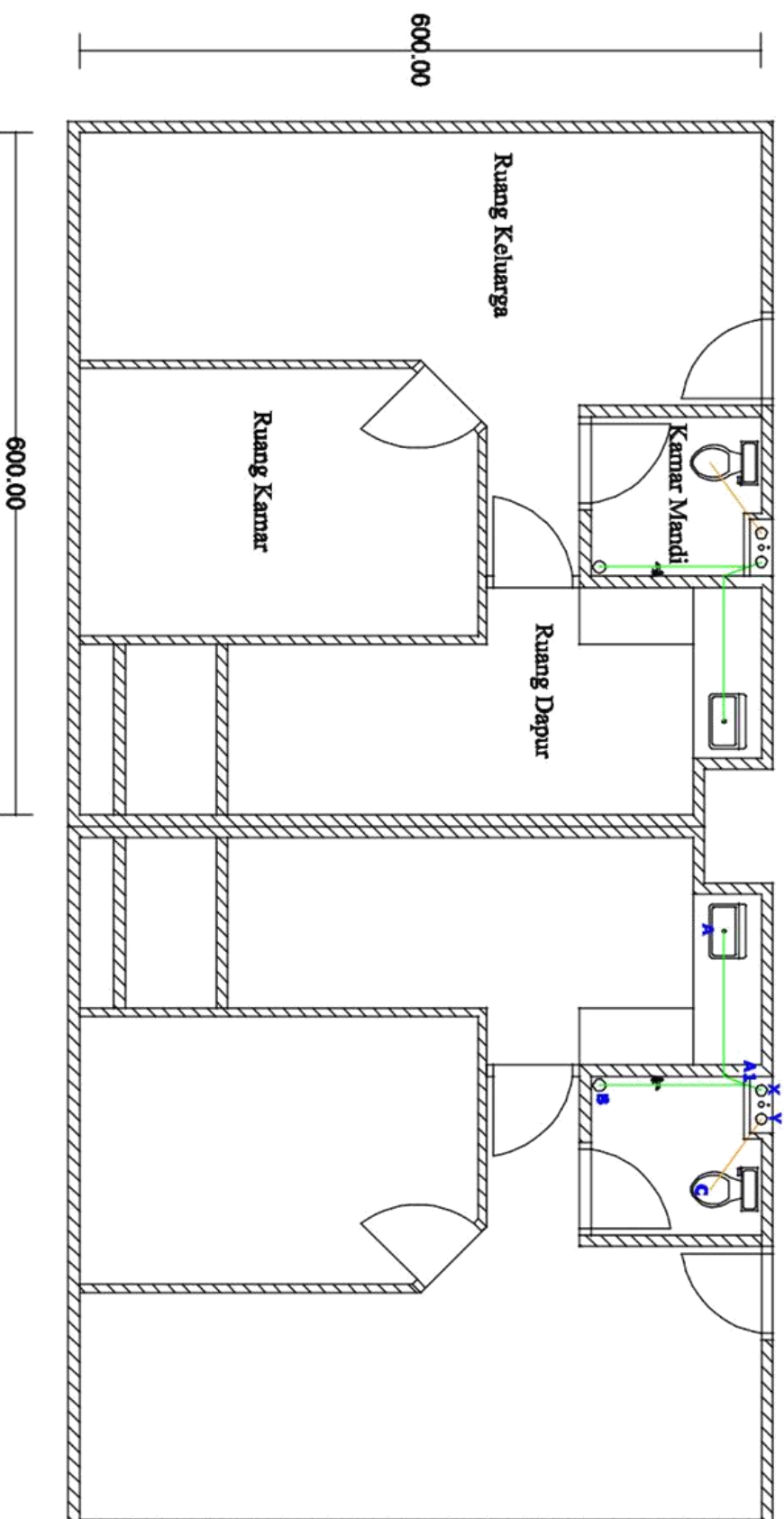
Mahasiswa

Rizki Prima Aditya
03211540000006

Skala

1 : 60

No. Lembar	Jumlah lembar
8	18





Departemen Teknik Lingkungan dan Kesehatan
Teknik Sipil Lingkungan dan Kehutanan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Isometri pipa penyaluran air
buangan

Legenda

- Pipa isometri
- Pipa Dimensi
- Pipa material

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Wahyuono Haidi, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19560114 197903 1 001

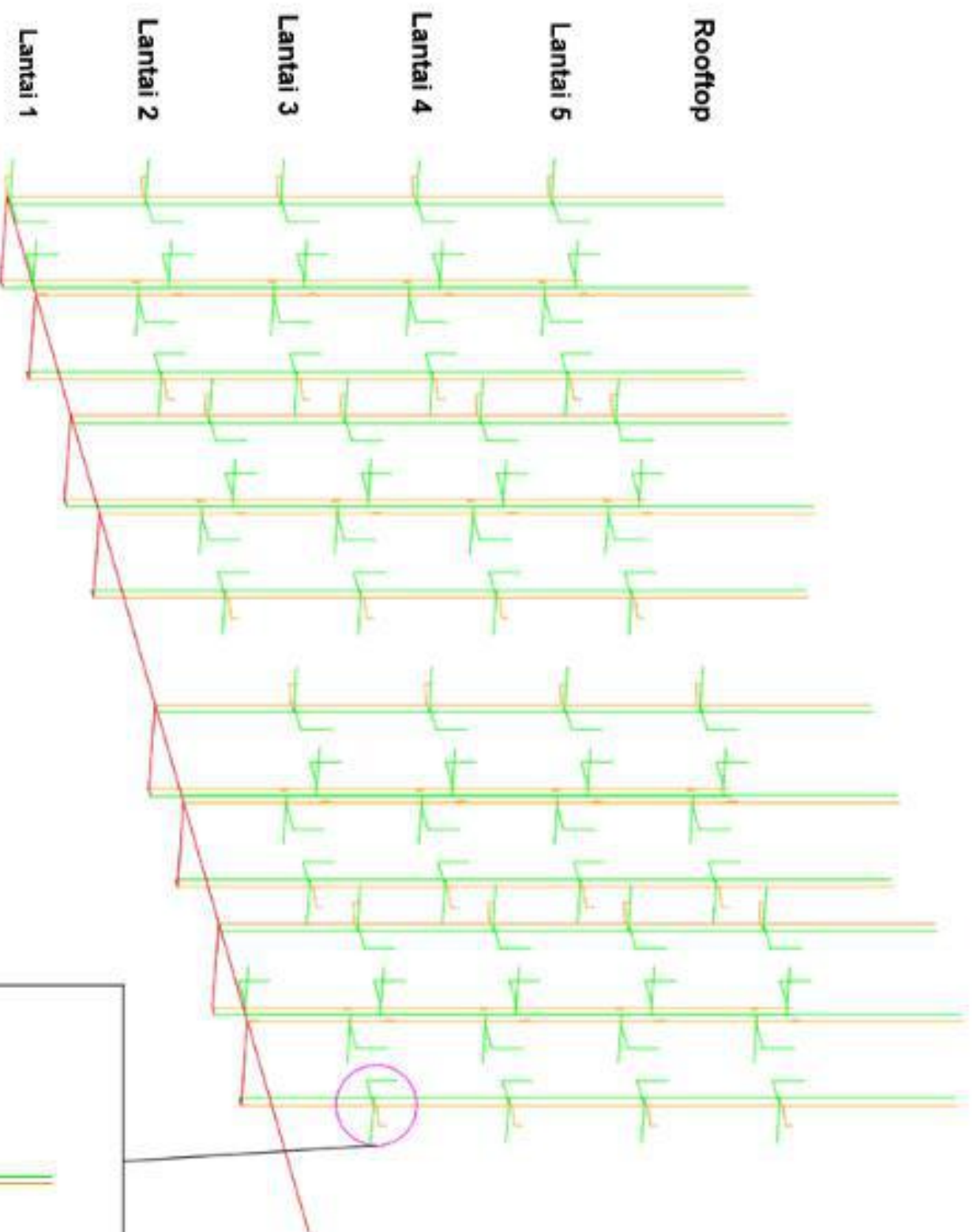
Mahasiswa

Rizki Prima Aditya
03211540000006

Skala

No. Lembar Jumlah Lembar

9 18



sink dapur

Kloset

Floor Drain

LAMPIRAN D
TANGKI DASAR, TANGKI
ATAP DAN SHAFT SAMPAH



Dipersembahkan Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Keamanan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Layout Rencana Tempat Bank
Sampah

Legenda

 = Lokasi Bank Sampah

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc. Ph.D
NIP. 19600114 197903 1 001

Mahasiswa

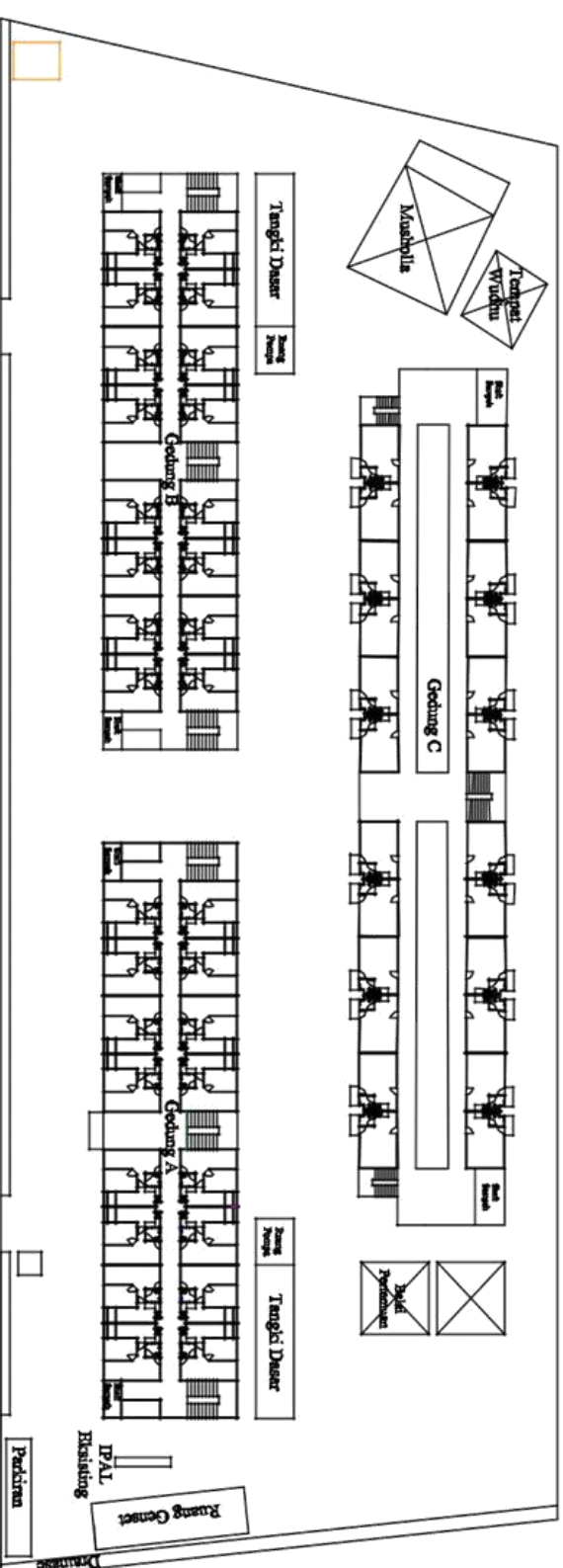
Rizki Prima Aditya
03211540000006

Skala

1 : 800

No. Lembar Jumlah lembar

10 18





Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihutan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Denah Tangki Dasar
Eksisting
Potongan A-A

Legenda

 = Beton

 = Muluk Air

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc, Ph.D
NIP. 19500114 197903 1 001

Mahasiswa

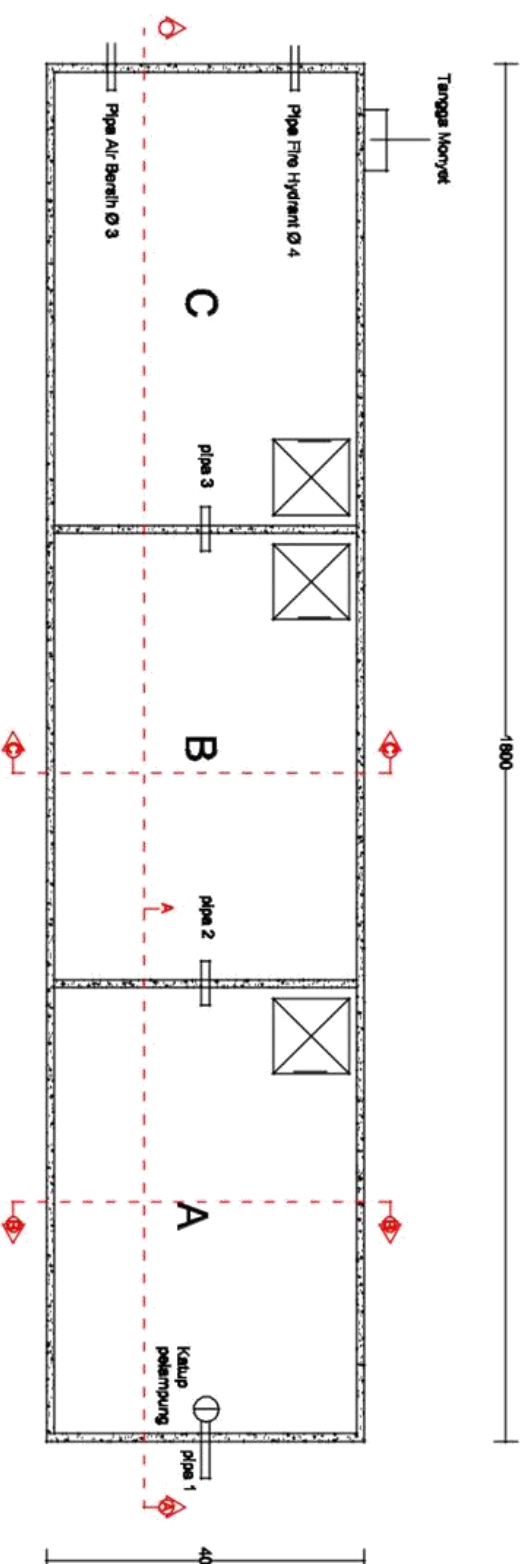
Rizki Prima Aditya
03211540000006

Skala

1 : 100

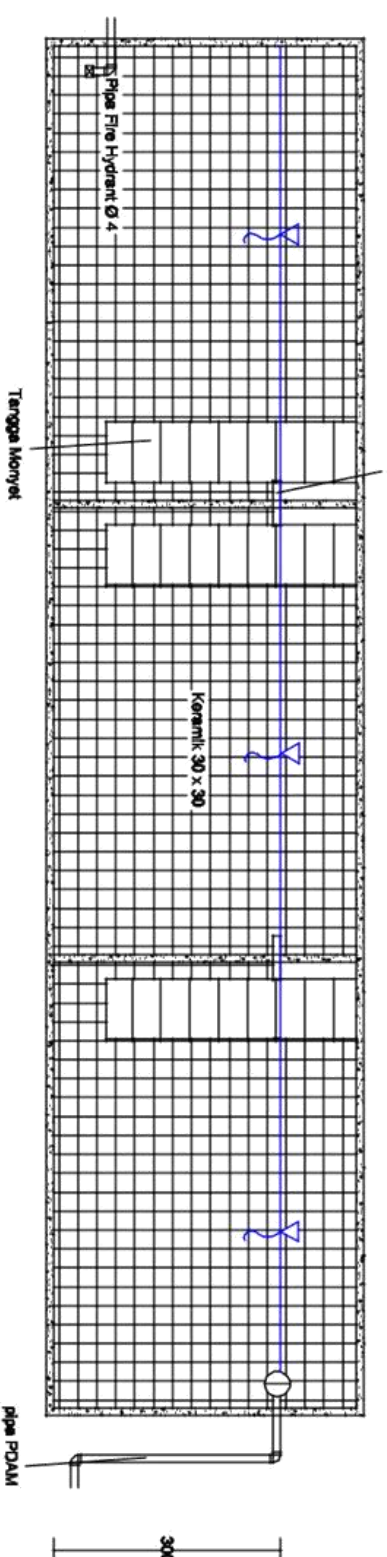
No. Lembar Jumlah lembar

11 18

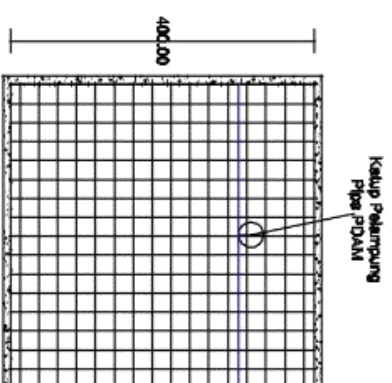


Denah Ground Reservoir Eksisting

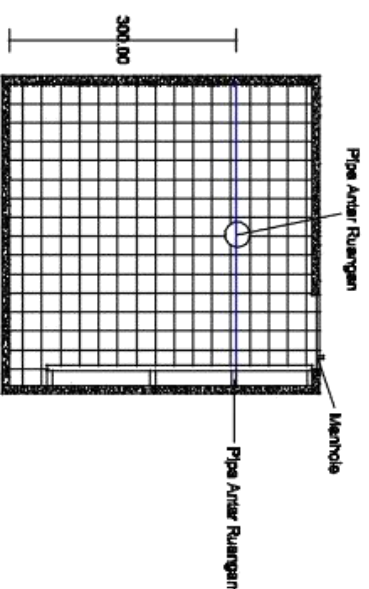
Pipe Antar ruangan



Potongan A-A



Potongan B-B



Potongan C-C



Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik, Sipil, Lingkungan dan Kebumih-
tan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Potongan B-B
Potongan C-C

Legenda

 = Beton
 = Muka Air

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc. Ph.D
NIP. 19600114 197903 1 001

Mahasiswa

Rizki Prima Aditya
08211540000006

Skala

1 : 100

No. Lembar Jumlah lembar

12 18



Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kehutanan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Pintu shaft sampah

Legenda

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc. Ph.D
NIP. 19500114 197903 1 001

Mahasiswa

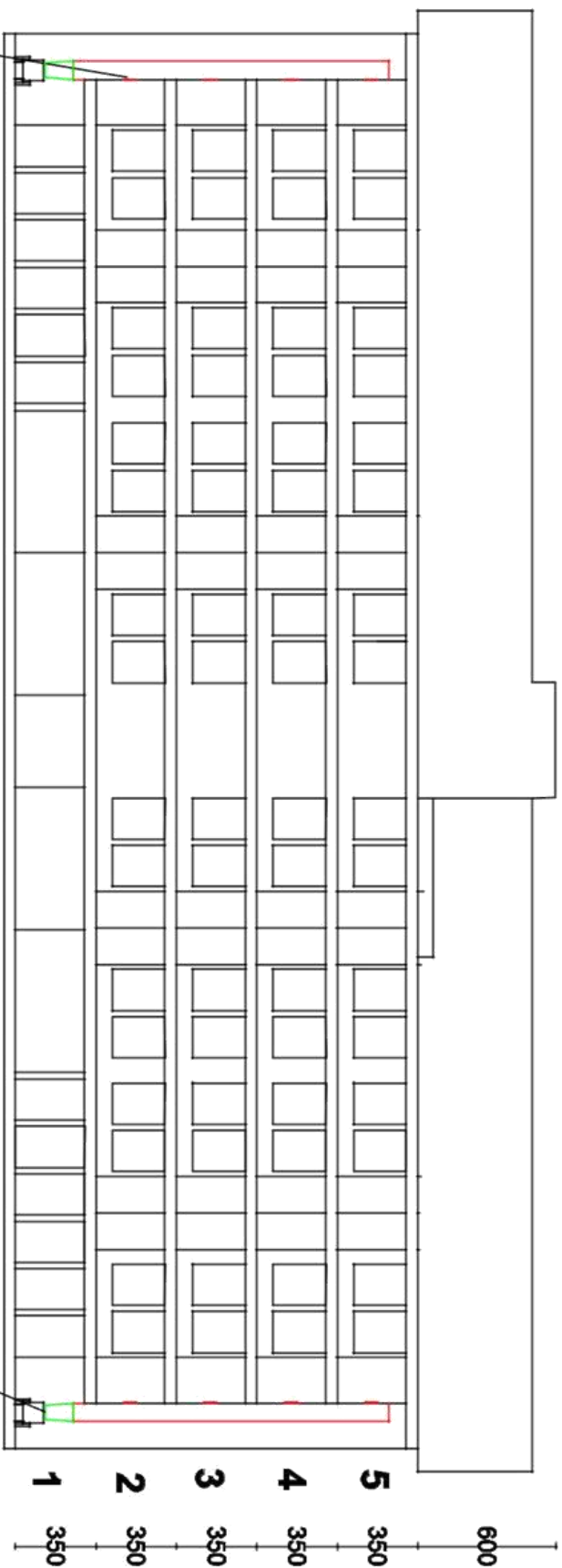
Rizki Prima Aditya
03211540000006

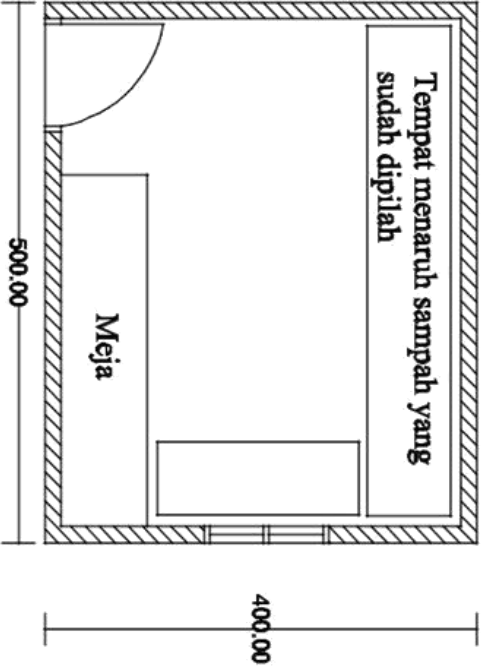
Skala

1 : 300

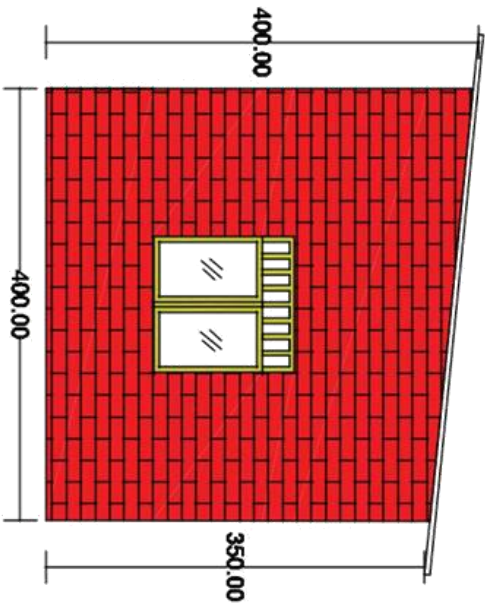
No. Lembar Jumlah lembar

13 18

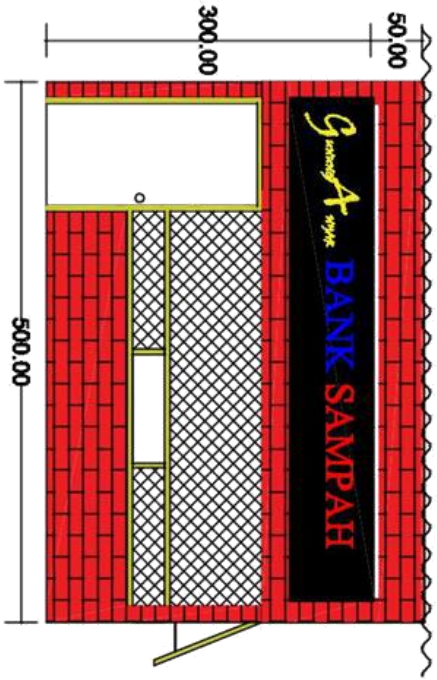




Layout Bank Sampah Gunung Anyar



Tampak Samping Kanan Bank sampah



Tampak Depan Bank sampah







Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik, Sesi Lingkungan dan Kesehatan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Gedung penyimpanan
sampah 3R

Legenda

-  = Jendela
-  = Pasangan Batu Bata
-  = Kayu
-  = Kasa Aluminium

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc, Ph.D
NIP. 19500114 197903 1 001

Mahasiswa

Rizki Prima Aditya
03211540000006

Skala

1 : 60

No. Lembar	Jumlah lembar
------------	---------------

14	18
----	----

LAMPIRAN E
INSTALASI PENGOLAHAN
AIR LIMBAH




Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kehutanan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Layout Instalasi
Pengolahan Air Limbah
dan jalur SPAL

Legenda

 = Bak
pengumpul

 = ABR-AB

 = Jalur SPAL

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc. Ph.D
NIP. 19500114 197903 1 001

Mahasiswa

Rizki Prima Aditya
03211540000006

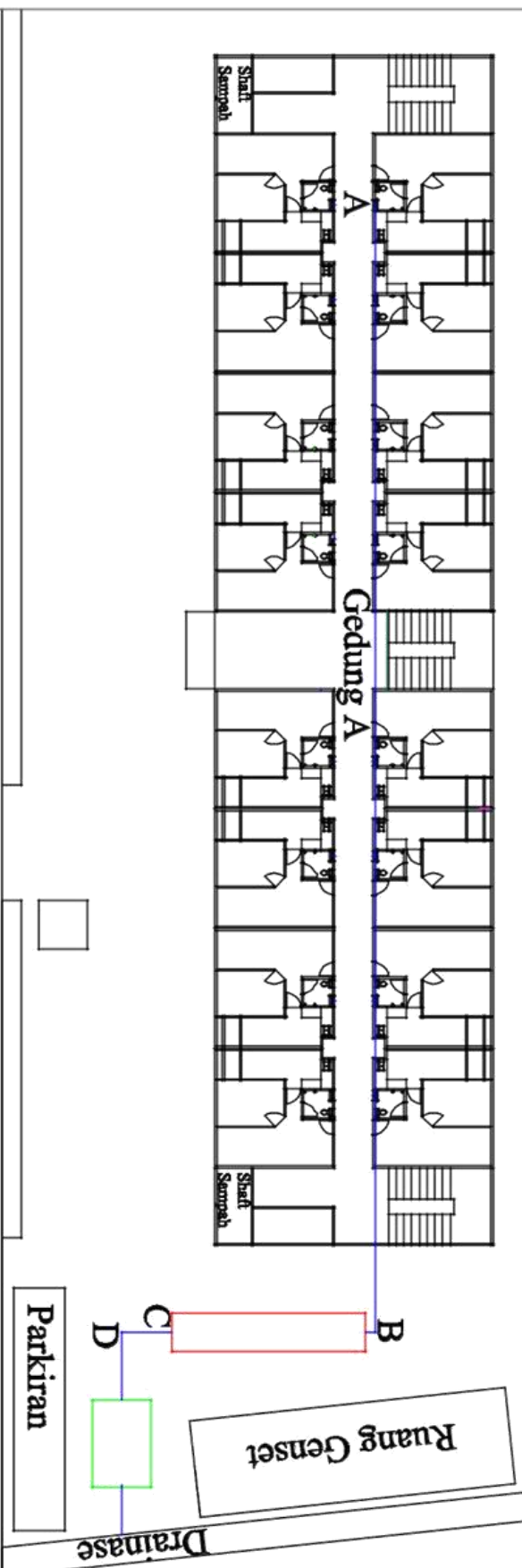
Skala

1 : 350

No. Lembar Jumlah lembar

15 18

Ruang Pompa	Tangki Dasar
----------------	--------------

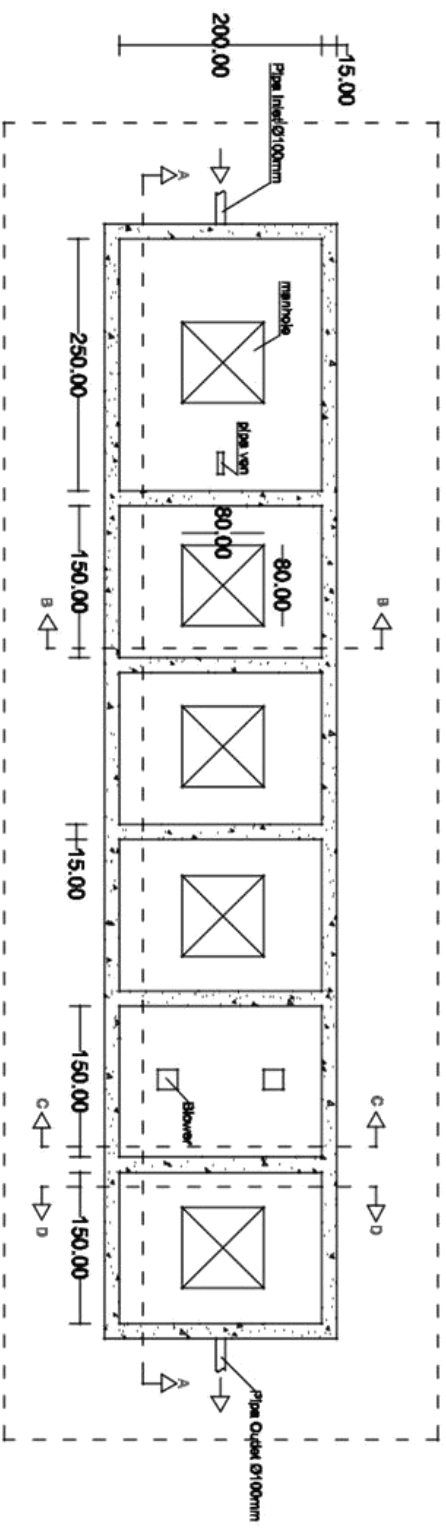




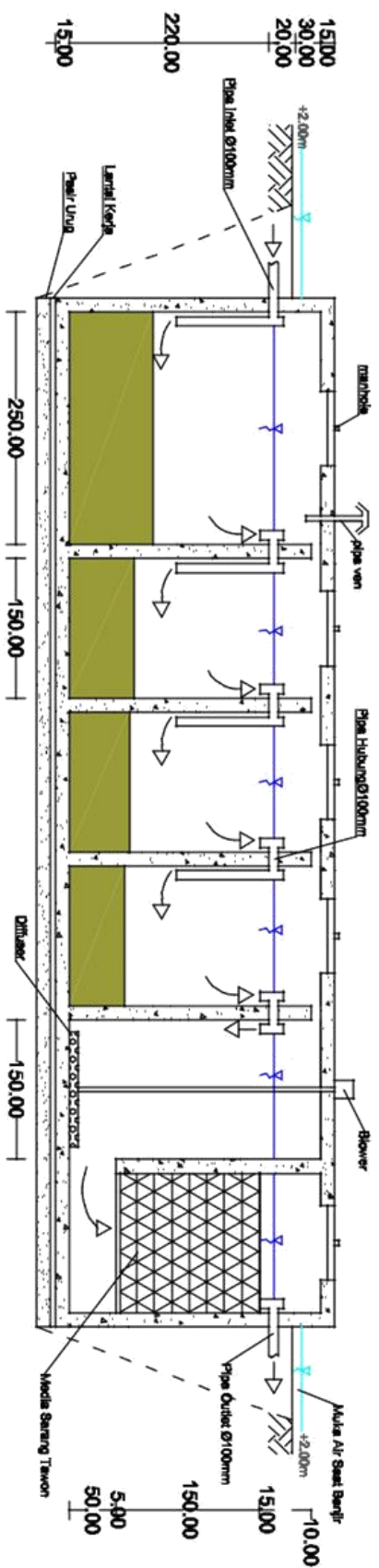
Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Keamanan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Denah Anaerobic Baffle
Reactor-Aerobic Biofilter
dan Potongan A-A



Denah Anaerobic Baffle Reactor -
Aerobic Biofilter
Skala 1 : 75



Potongan A-A Anaerobic Baffle
Reactor - Aerobic Biofilter
Skala 1 : 75

- Legenda**
- = Beton
 - = Media Sarang Tawon
 - = Lumpur
 - = muka air saat banjir

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc, Ph.D
NIP. 19500114 197903 1 001

Mahasiswa

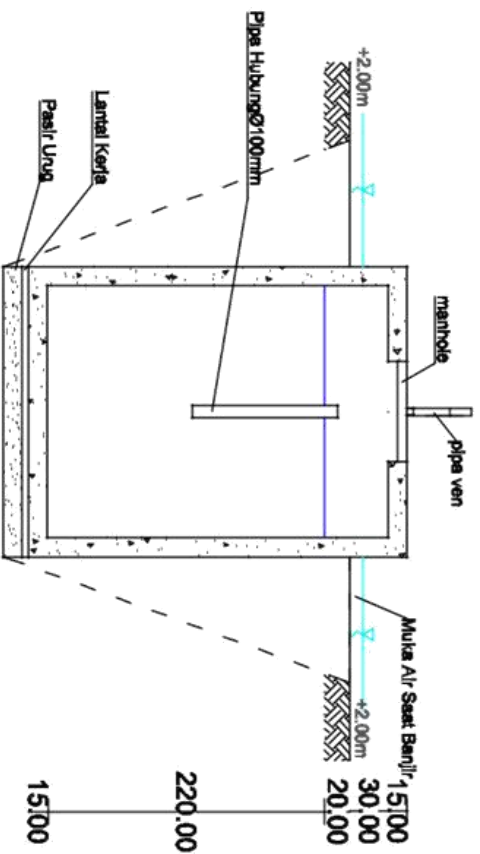
Rizki Prima Aditya
03211540000006

Skala

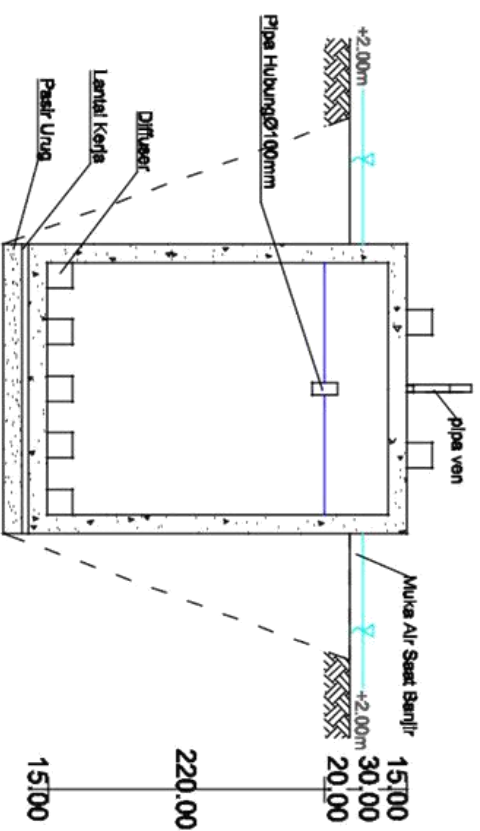
1 : 75

No. Lembar Jumlah lembar

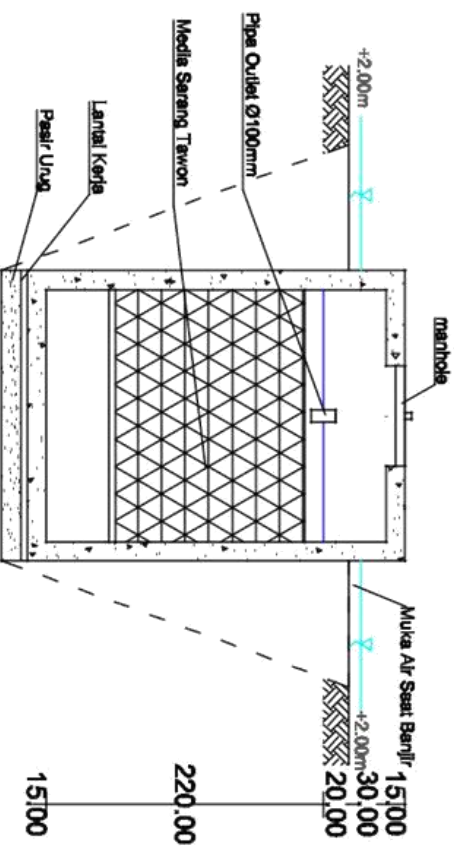
16 18



**Potongan B-B Anaerobic Baffle
Reactor - Aerobic Biofilter**
Skala 1 : 60



**Potongan C-C Anaerobic Baffle
Reactor - Aerobic Biofilter**
Skala 1 : 60



**Potongan D-D Anaerobic Baffle
Reactor - Aerobic Biofilter**
Skala 1 : 60



Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Engineering dan Teknologi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember


Judul Gambar

Potongan B-B, C-C, dan D-D
Anaerobic Baffle
Reactor-Aerobic Filter

Legenda

 = Beton

 = Media Sarang
Tawon

 = muka air
saat banjir

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc. Ph.D
NIP. 19500114 197903 1 001

Mahasiswa

Rizki Prima Aditya
03211540000006

Skala

1 : 60

No. Lembar Jumlah lembar

17 18





Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Denah Bak Penampungan dan
Potongan A-A, B-B

Legenda

 = Beton
 = Media Sarang
Tawon

 = muka air
saat banjir

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc, Ph.D
NIP. 19500114 197903 1 001

Mahasiswa

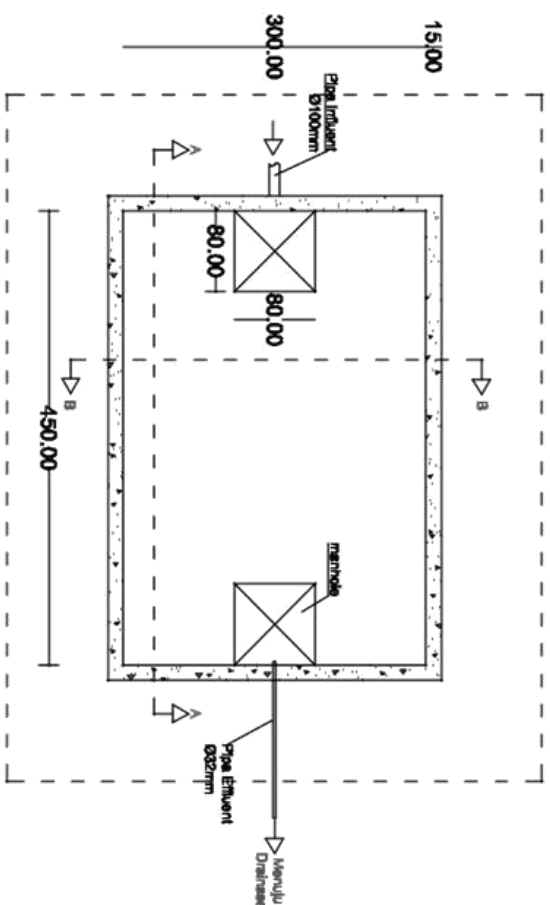
Rizki Prima Aditya
03211540000006

Skala

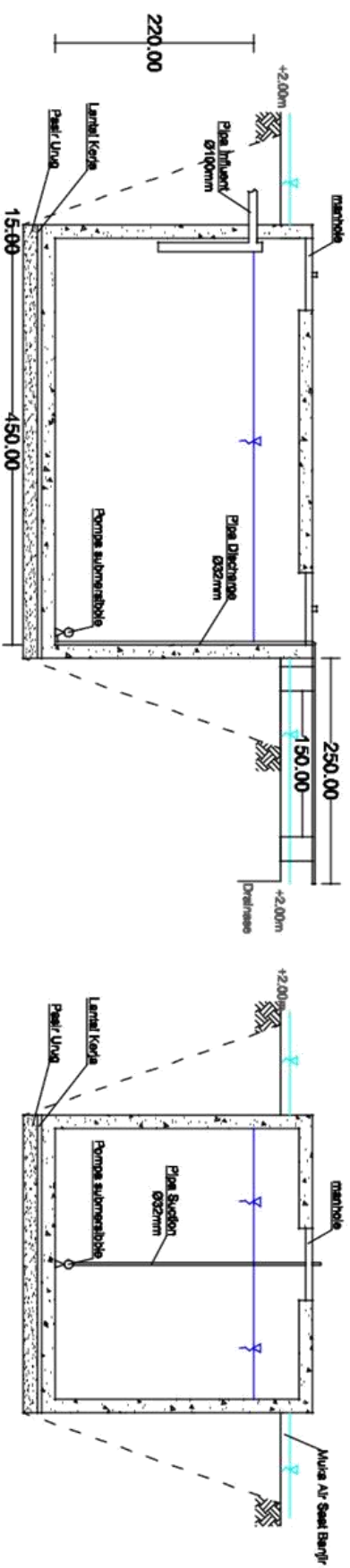
1 : 75

No. Lembar Jumlah lembar

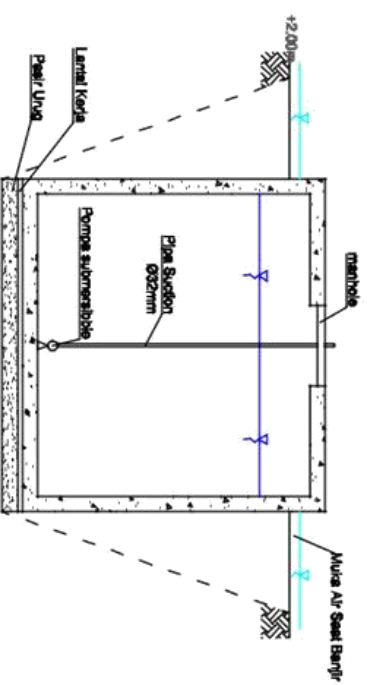
18 18



Denah Bak penampungan
Skala 1 : 75



Potongan A-A Bak penampungan
Skala 1 : 75



Potongan B-B Bak penampungan
Skala 1 : 75



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111
Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

FORM FTA-03

KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Rizki Prima Aditya
NRP : 03211540000006
Judul : KAJIAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH, PENYALURAN AIR
BUANGAN, INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DAN
PENGELOLAAN SAMPAH DI RUMAH SUSUN SEWA GUNUNG ANYAR
KOTA SURABAYA

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1	26-08-2018	Asistensi kebutuhan air, ground reservoir dan roof tank	WHT
2	10-09-2018	Asistensi plambing air buangan	WHT
3	17-09-2018	Asistensi plambing air bersih	WHT
4	11-10-2018	Asistensi isometri perpipaan, dan persampahan	WHT
5	20-11-2018	Asistensi laporan draft TA Gambaran umum, pembahasan hasil kuesioner, ground reservoir, roof tank, dan dimensi perpipaan sistem plambing	WHT
6	14-12-2018	Asistensi untuk revisi setelah sidang progress	WHT
7	27-12-2018	Asistensi elevasi IPAL dan unit yang digunakan	WHT
8	11-01-2019	Asistensi laporan draft TA	WHT

Surabaya, 28 Desember 2018
Dosen Pembimbing,

Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc Ph.D



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111
Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

FORM FTA-04

FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Rizki Prima Aditya

NRP : 03211540000006

Judul : KAJIAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH, PENYALURAN AIR
BUANGAN, INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DAN
PENGELOLAAN SAMPAH DI RUMAH SUSUN SEWA GUNUNG ANYAR
KOTA SURABAYA

No	Saran Perbaikan (sesuai Form KTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1	Solusi banjir pada IPAL	-
2	Model 3R untuk Rusunawa	-
3	Analisa lab, air pdam dan air limbah	-
4	Revisi Abstrak	Halaman i dan ii
5	Masih banyak salah ketik	-
6	Gambar pada lampiran dilengkapi	Lampiran
7	Grafik dibenarkan penulisannya	Halaman 56-62
8	Hitung reduksi sampah	-
9	Buat layout lahan TPS 3R	-
10	Gambar isometri diperbaiki	Lampiran gambar 7 dan 10
11	Tambahkan lokasi rusunawa di peta Surabaya	Halaman 7
12	Notasi pada gambar diperjelas	Halaman 9, 10

Dosen Pembimbing,

Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc Ph.D

Mahasiswa Ybs, 28 Desember 2018

03211540000006



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN-ITS
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

KTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR
Periode: Gasal 2018/2019

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR KTA-02
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing
Seminar Kemajuan Tugas Akhir

Hari, tanggal : Senin 26-Nov-18

Nilai TOEFL 453

Pukul : 14.00-15.00

Lokasi : Ruang Sidang

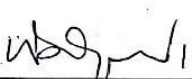
Judul : KAJIAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH, PENYALURAN AIR BUANGAN, INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DAN PENGELOLAAN SAMPAH DI RUMAH SUSUN SEWA GUNUNG ANYAR KOTA SURABAYA

Nama : Rizki Prima Aditya

Tanda Tangan

NRP. : 03211540000006

Topik : Perencanaan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Seminar Kemajuan Tugas Akhir
1.	Solusi Bangir
2.	Model 3R untuk diterapkan
3.	Analisis lab air pdam dan air limbah
	 14/12/18

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir KTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana

Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing

Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Pengarah dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Dapat melanjutkan ke Tahap Ujian Tugas Akhir
2. Tidak dapat melanjutkan ke Tahap Ujian Tugas Akhir

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc. Ph.D



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FTSLK-ITS
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN-ITS
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5940006, Fax: 031-5928387

UTA-S1-TL-02 TUGAS AKHIR
Periode: Gasal 2018-2019

Kode/SKS : RE141681 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-02
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : KAMIS, 10-01-2019

Nilai TOEFL 456

Pukul : 07.30

Lokasi : 101

Judul : KASIH SISTEM PENYEDIMAN AIR, BERSIH / PENYALURAN AIR BUNGAN,
INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DAN PENGELOLAAN SAMPAH DI
RUMAH SUSUN SEWA GUNUNG ANYAR KOTA SURABAYA

Nama : RIKI PRIMA ADITYA

Tanda Tangan

NRP. : 0321154000006

Topik : PERENCANAAN

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
1.	Penggunaan air bersih → apa ada yg air minum
2.	Retribusi air bersih per bulan per hunian rata =
3.	Data 1.054 or/hari Sampah yg dihasilkan -
4.	Rumahnya Masalah Tujuan → no 1?
5.	Pompa limbah → submersible

22/1/19

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus dibawa mahasiswa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Lulus Ujian Tugas Akhir
2. harus mengulang Ujian Tugas Akhir semester berikutnya
3. Tugas Akhir dinyatakan gagal atau harus mengganti Tugas Akhir (lebih dari 2 semester)

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Wahyono Hedi, M.Sc., Ph.D.

(Wahyono Hedi)

BIODATA PENULIS



Rizki Prima Aditya merupakan nama lengkap penulis. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dan lahir di Kota Malang pada tanggal 11 Oktober 1996. Penulis bertempat tinggal di Jalan Dirgantara 4 Blok B7 no 1 Malang. Penulis pernah menempuh pendidikan formal di SDN Kauman 1 Malang, SMPN 1 Malang, SMAN 3 Malang, dan pendidikan sarjana di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Jurusan Teknik Lingkungan. Mahasiswa yang bersangkutan tercatat dengan NRP 03211540000006 pada tahun 2015.

Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam berbagai kegiatan kepanitiaan, organisasi mahasiswa dan komunitas yang ada di Surabaya. Penulis juga aktif sebagai pengurus organisasi di HMTL dan sebagai ketua komunitas KPPL (Kelompok Pecinta dan Pemerhati Lingkungan) dan juga sebagai staff Aksi Komunitas Sobat Bumi Surabaya. Penulis telah melakukan kerja praktik di PT. PERTAMINA EP Asset 4 Field Cepu, Kabupaten Blora, Jawa Tengah selama satu bulan. Berbagai pelatihan dan seminar juga telah diikuti dalam rangka pengembangan diri. Informasi lebih lanjut tentang penulis dapat dihubungi melalui email rizkiprimaaditya@gmail.com